

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 532**

51 Int. Cl.:

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2011 E 11172065 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 2402596**

54 Título: **Sistema de cambio de paso de pala de turbina eólica**

30 Prioridad:

30.06.2010 DK 201070304

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

27.02.2018

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, SØREN;

NIELSEN, JACOB y

NIELSEN, JENS BREDAL

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 656 532 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de cambio de paso de pala de turbina eólica

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de cambio de paso para la regulación del paso de una pala de una turbina eólica por medio de un fluido hidráulico, comprendiendo un distribuidor que comprende un cilindro hidráulico para el ajuste de un ángulo de paso de la pala y un acumulador conectado hidráulicamente al cilindro, teniendo el fluido hidráulico al menos una propiedad medible. Adicionalmente, la invención se refiere a un método para la medición de la propiedad del fluido hidráulico

Técnica antecedente

En una turbina eólica, el sistema hidráulico de cambio de paso se usa 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 altas cuando soplan vientos demasiado fuertes.

El sistema hidráulico de cambio de paso comprende un acumulador que tiene gas en un lado y normalmente aceite en el otro lado para absorber las pulsaciones y para funcionar como un depósito de bombeo que minimice los arranques de bomba. Los acumuladores se instalan en el buje que es girado por las palas del rotor, mediante lo que los acumuladores se someten a unos esfuerzos más elevados que cuando se disponen en una estructura no giratoria. Por ello, los acumuladores en un sistema hidráulico de cambio de paso tienen una vida útil más corta que los acumuladores normales y por lo tanto es necesario comprobarlos más frecuentemente. Mientras se comprueban los acumuladores, la turbina eólica se lleva a parada, lo que disminuye la producción. Adicionalmente, cada detención incrementa el riesgo de que se rompan otros elementos dado que el procedimiento de arranque/parada impone una dura carga sobre un cierto número de componentes. Por los documentos EP0266715A2, EP2270342A1 y EP2530305A1 se conocen turbinas eólicas que tienen sistemas hidráulicos de cambio de paso.

30 Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención superar total o parcialmente las desventajas e inconvenientes precedentes de la técnica anterior y proporcionar un sistema hidráulico de cambio de paso mejorado que prolongue la vida útil de los acumuladores hidráulicos en el sistema de cambio de paso.

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

- un distribuidor que comprende:
 - un cilindro hidráulico para el ajuste de un ángulo de paso de la pala, y
 - un acumulador conectado hidráulicamente al cilindro, teniendo el fluido hidráulico al menos una propiedad medible,

en la que el sistema comprende adicionalmente una unidad de prueba adaptada para medir al menos una propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador, y un acumulador del sistema que sustituye al acumulador del distribuidor durante la medición de la propiedad con relación con ese acumulador del distribuidor.

Tener una unidad de prueba que está en comunicación fluida con el acumulador hace posible determinar el estado del acumulador sin tener que desconectar el acumulador. Puede probarse el fluido que procede del acumulador, o la unidad de prueba puede determinar cualquier cambio entre el fluido entregado al acumulador y el fluido que procede del acumulador. Por ello, el personal de servicio ya no tiene que entrar en la góndola o buje para investigar visualmente los acumuladores o desconectar los acumuladores antes de la prueba.

En una realización de la invención, la unidad de prueba puede comprender un medio de restricción del flujo, tal como una válvula de control de flujo, un estrangulador, una boquilla, una válvula anti-retorno, o medios similares.

Los medios de restricción del flujo provocan que la caída de presión suceda lentamente para hacer más fácil detectar un fallo en el acumulador.

Adicionalmente, la unidad de prueba puede comprender un temporizador y/o un tanque de fluido.

Además, la unidad de prueba puede comprender un sistema de control para mediciones de supervisión.

El sistema de control evalúa las mediciones llevadas a cabo y envía una señal al operador y controla la turbina eólica basándose en los resultados de la prueba. De ese modo, la turbina eólica se detiene si un acumulador no pasa la prueba.

- 5 Más aún, la unidad de prueba puede comprender un instrumento de medición de presión, tal como un indicador de presión o un manómetro.

La medición de la caída de presión facilita la detección de cualquier defecto en los acumuladores.

- 10 Adicionalmente, la unidad de prueba puede comprender un instrumento de medición de temperatura, tal como un anemómetro de filamento caliente.

Mediante la medición de cualquier incremento de temperatura en el fluido, se hace posible detectar un defecto en un componente eléctrico dado que un componente eléctrico defectuoso despliega el efecto y por ello calor en el fluido.

- 15 Adicionalmente, la unidad de prueba puede comprender un sensor de control de masa para la medición de una masa del fluido.

- 20 En una realización de la invención, el sistema hidráulico de cambio de paso puede comprender un acumulador del sistema.

Al tener un acumulador del sistema, puede detectarse el acumulador del distribuidor sin detener la turbina eólica.

- 25 Más aún, el sistema de control supervisa si las mediciones están dentro de un intervalo predeterminado del parámetro.

Adicionalmente, el sistema de control puede tener un dispositivo de alarma para la señalización de que las mediciones están por encima o debajo del intervalo predeterminado del parámetro.

- 30 En otra realización, el sistema hidráulico de cambio de paso puede comprender adicionalmente un medio para desconectar el acumulador y conectar otro acumulador.

- 35 En otra realización más, la turbina eólica puede comprender una pluralidad de palas, y el sistema hidráulico de cambio de paso puede comprender al menos un distribuidor para cada pala.

Adicionalmente, el sistema hidráulico de cambio de paso puede comprender un sistema de control para cada distribuidor, midiendo la propiedad en un cierto número de condiciones, tal como caídas de presión, velocidades de fluido, etc. variables.

- 40 Adicionalmente, el sistema de control puede comprender un dispositivo de trazado.

En una realización, la propiedad del fluido puede ser la presión, temperatura, viscosidad, masa o flujo.

- 45 Adicionalmente, la unidad de prueba puede medir la propiedad durante la operación de la turbina eólica.

Más aún, el sistema hidráulico de cambio de paso puede comprender un acumulador del sistema que sustituye al acumulador del distribuidor durante la medición de la propiedad en relación con ese acumulador del distribuidor.

- 50 Además, el acumulador del sistema puede sustituir a un primer acumulador de un primer distribuidor durante la prueba del primer acumulador del distribuidor, y el acumulador del sistema puede sustituir posteriormente a un segundo acumulador de un segundo distribuidor durante la prueba del segundo acumulador del distribuidor, y así sucesivamente.

- 55 Adicionalmente, el sistema de control puede comprender una unidad de registro para almacenamiento de los datos medidos de la propiedad del fluido en relación con un acumulador.

Adicionalmente, la unidad de prueba puede medir la propiedad del fluido que se conecta con el acumulador del sistema.

- 60 Más aún, la unidad de prueba puede medir la propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador del distribuidor durante un procedimiento de arranque de la turbina eólica.

- 65 La presente invención también se refiere a un método para la medición de la propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador del distribuidor del sistema hidráulico de cambio de paso tal como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas de arrancar una bomba para generar una presión hidráulica en el fluido hidráulico; acumular una presión en el sistema hasta una primera presión predeterminada; y medir una primera

presión inicial del fluido y una segunda presión del fluido después de un periodo predeterminado de drenaje del acumulador, o medir un periodo de tiempo en el que la presión del fluido cae hasta una presión predeterminada mientras el acumulador está siendo drenado.

- 5 Finalmente, la invención se refiere un método para medir la propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador del distribuidor del sistema hidráulico de cambio de paso tal como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas de desconectar un acumulador del distribuidor del sistema hidráulico del distribuidor durante la operación de la turbina eólica; conectar el acumulador del sistema con el sistema hidráulico del distribuidor; y medir una primera presión inicial del fluido y una segunda presión del fluido después de un periodo
10 predeterminado de drenaje del acumulador, o medir un periodo de tiempo en el que la presión del fluido cae hasta una presión predeterminada mientras el acumulador está siendo drenado.

Breve descripción de los dibujos

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

- 20 la Fig. 1 muestra una turbina eólica que comprende un sistema hidráulico de cambio de paso de acuerdo con la presente invención,
la Fig. 2 muestra un buje de turbina eólica en el que se instala el sistema hidráulico de cambio de paso,
la Fig. 3 muestra el sistema hidráulico que comprende la unidad de prueba,
la Fig. 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de prueba,
25 la Fig. 5 muestra una realización de una curva de prueba presión/tiempo, y
la Fig. 6 muestra otra realización de una curva de prueba presión/tiempo.

Todos los dibujos son esquemáticos y no necesariamente a escala, y muestran solamente aquellas partes que son necesarias para clarificar la invención, siendo omitidas o meramente sugeridas otras partes.

30 Descripción de realizaciones preferidas

- En la Fig. 1, una turbina eólica 3 que tiene una torre 10, una góndola 11, un buje 8 y palas de rotor 2 se monta en el buje. Adicionalmente, la turbina eólica 3 comprende un sistema hidráulico de cambio de paso para el ajuste del ángulo de paso de las palas 2 en respuesta a la cantidad de viento y a la dirección del viento de modo que no
35 tengan lugar daños en la turbina eólica 3. La turbina eólica 3 también tiene un sistema de control 9 dispuesto en la góndola 11 para el control de la operación de la turbina eólica.

- En la Fig. 2, el sistema hidráulico de cambio de paso 1 se muestra montado en el buje 8, pero las palas del rotor 2 no se han montado aún sobre el buje 8. El sistema hidráulico de cambio de paso 1 comprende tres distribuidores 4, uno para cada pala del rotor. El distribuidor 4 es el sistema hidráulico para una pala de rotor y comprende un cilindro 5 y un acumulador 6. El cilindro 5 ajusta el ángulo de paso de la pala del rotor 2 en respuesta a las mediciones del viento llevadas a cabo en otra parte de la turbina eólica 3, y el acumulador 6 absorbe las pulsaciones en el sistema
40 hidráulico.

- 45 Cada distribuidor 4 tiene un acumulador del distribuidor, y aparte de estos acumuladores del distribuidor, el sistema hidráulico de cambio de paso 1 comprende un acumulador común 12 o un acumulador del sistema. Cada distribuidor 4 comprende una unidad de prueba 7 que está en comunicación fluida con el acumulador 6 de modo que pruebe cada acumulador del distribuidor.

- 50 Al tener un acumulador común 12, un acumulador del distribuidor puede probarse sin detener la turbina eólica 3. Entonces, el acumulador común 12 o acumulador del sistema se introduce y actúa como el acumulador del distribuidor que está siendo probado. En esta forma, el tiempo de operación de la turbina eólica 3 se incrementa sustancialmente y puede reducirse sustancialmente el número de roturas en los componentes en el sistema de cambio de paso 1 dado que el operador es capaz de sustituir los acumuladores antes de que se rompan. Estas
55 sustituciones pueden tener lugar así cuando la turbina eólica 3 está detenida debido a otro trabajo de reparación, o las sustituciones pueden realizarse mediante la desconexión del acumulador del distribuidor a ser sustituido mientras el acumulador común 12 está conectado y funcionando como ese acumulador del distribuidor.

- 60 Cuando se prueba un acumulador del distribuidor, el acumulador del sistema se conecta de manera fluida al distribuidor 4, y se acciona una válvula 13 para detener el flujo al acumulador del distribuidor, tal como se muestra en la Fig. 3. El acumulador del distribuidor se pone en el modo de prueba, tal como se muestra en el diagrama de flujo de la Fig. 4. La unidad de prueba 7 comprende un medio de restricción del flujo, tal como una válvula de control de flujo, un estrangulador, una boquilla, una válvula anti-retorno o medios similares. La unidad de prueba 7 comprende un instrumento de medición de presión, tal como un transductor de presión 20, para medir
65 continuamente la caída de presión en un intervalo de tiempo predeterminado o periódicamente en el mismo intervalo de tiempo predeterminado. La presión puede medirse también simplemente inicialmente y de nuevo cuando ha

- pasado el intervalo de tiempo predeterminado. Si la caída de presión es demasiado alta, es decir si la presión es demasiado baja cuando ha transcurrido el período de tiempo predeterminado, es necesario sustituir el acumulador. A la inversa, si la caída de presión es demasiado baja, es decir si la presión es demasiado alta cuando ha transcurrido el período de tiempo predeterminado, una de las válvulas puede estar defectuosa. Si la caída de presión es demasiado alta, pero no suficientemente alta para que sea necesario sustituir el acumulador, se permite la operación de la turbina eólica 3 durante un periodo de tiempo limitado. El acumulador necesita entonces sustituirse dentro de ese periodo de tiempo limitado para evitar que la turbina eólica 3 sea puesta en el modo PARADA.
- 5
- Cuando se ha probado el acumulador del distribuidor, se pone en el modo MARCHA si se permite que funcione. A continuación, puede usarse el acumulador del sistema para probar otro acumulador del distribuidor.
- 10
- Los resultados de la prueba se envían a un sistema de control 9 que puede disponerse en el buje 8 o en la góndola 11. La evaluación de las mediciones se realiza en el sistema de control. Si el resultado de la prueba muestra que el acumulador necesita sustitución inmediata, la unidad de control 9 envía una señal al operador de que la turbina eólica ha de ser parada y que un cierto acumulador del distribuidor necesita sustitución antes de que la turbina eólica pueda funcionar de nuevo. De la misma manera, el sistema de control notifica al operador que un cierto acumulador del distribuidor necesita sustitución en un periodo de tiempo limitado para evitar que la turbina eólica sea puesta en el modo PARADA.
- 15
- Los resultados de la prueba se archivan en el sistema de control o se envían a un sistema de control central de varias turbinas eólicas. Las mediciones realizadas por la unidad de prueba pueden usarse también para predecir el uso del fluido hidráulico en el sistema hidráulico.
- 20
- Si la caída de presión es demasiado alta, pero no suficientemente alta para que el acumulador necesite sustitución, se activa una alarma de modo que el siguiente momento en el que el operador entra en la turbina eólica, es notificado de que el acumulador necesita mantenimiento, reparación y/o sustitución.
- 25
- Cuando un acumulador del distribuidor se ha probado con un resultado positivo, la válvula 13 se activa para conectar para fluidos de nuevo el acumulador del distribuidor. El acumulador del sistema se usa entonces en lugar de un segundo acumulador del distribuidor en un segundo distribuidor. La válvula 13 en un segundo distribuidor se activa entonces para desconectar para fluidos el segundo acumulador mientras se prueba el mismo.
- 30
- En una realización, se mide la caída de presión del fluido que procede del acumulador, tal como se muestra en la Fig. 5, y después de medir la caída de presión, se incrementa la presión al nivel por encima de la presión de operación antes de drenar el acumulador de fluido durante la prueba.
- 35
- En otra realización, se incrementa la presión antes de que tenga lugar el drenaje, iniciando de ese modo el procedimiento de prueba, y cuando se ha realizado la prueba del acumulador, se incrementa la presión de nuevo hasta que alcanza la presión de operación. Mediante el incremento de la presión antes de la prueba, puede ser más fácil detectar pequeñas fugas en el acumulador. En esta realización, la unidad de prueba 7 comprende un tanque de fluido y la bomba del sistema se activa para incrementar la presión. En otra realización, la unidad de prueba no comprende un tanque de fluido y la bomba usa el tanque del sistema de cambio de paso cuando se incrementa la presión.
- 40
- Como puede verse en la Fig. 3, el distribuidor comprende una válvula adicional 15 dispuesta aguas abajo del estrangulador 14. La válvula adicional 15 puede activarse para permitir que el fluido hidráulico pase al tanque 25. El tanque 25 puede disponerse en el buje 8 o en la góndola 11.
- 45
- Antes de la prueba de cada uno de los acumuladores del distribuidor, se realiza una prueba del acumulador común. Esto se realiza mediante una unidad de prueba de uno de los distribuidores o mediante una unidad de prueba separada conectada para fluidos con el acumulador común. El procedimiento de pruebas es el mismo que el procedimiento mencionado anteriormente, y los acumuladores del distribuidor individuales solo se prueban si el acumulador común se comprueba adecuado para la marcha. Si la caída de presión es demasiado alta, es decir si la presión es demasiado baja cuando ha pasado el periodo de tiempo predeterminado, y se necesita sustituir el acumulador común, entonces la turbina eólica no se detiene, pero se envía una señal o se activa una alarma para asegurar que el acumulador común es sustituido tan pronto como sea posible.
- 50
- 55
- 60
- 65
- Cuando se prueba un acumulador, el fluido se drena al tanque del sistema través de un estrangulador 14 o similar medio de restricción del flujo. En una realización, se determina la presión inicial, y después de un periodo de tiempo de, por ejemplo, 10 segundos, se determina de nuevo la presión. En esta forma, puede calcularse una caída de presión a través de un período de tiempo, y la caída de presión calculada se compara entonces con valores de nivel que determinan si la caída de presión es demasiado alta o demasiado baja. En esta realización, la unidad de prueba 7 comprende un temporizador y un instrumento de determinación de la presión.
- En otra realización, la presión se incrementa a 3-10 MPa (30-100 bares) por encima de la presión de operación en el sistema hidráulico, y la unidad de prueba desconecta el acumulador del distribuidor. Entonces se drena el

acumulador de fluido y se mide cuánto tiempo tarda para que la presión caiga desde la presión incrementada a la presión de operación. Basándose en otros valores de prueba, el sistema de control evalúa si el acumulador es suficientemente eficiente para operar, debería sustituirse en el próximo futuro o si la turbina eólica necesita detenerse para evitar daños al sistema de cambio de paso u otros componentes relacionados.

5 El acumulador del sistema puede conectarse para fluidos a todos los distribuidores 4 y por lo tanto no necesita estar conectado para fluidos al distribuidor cuando se va a probar el acumulador del distribuidor. En otra realización, el acumulador común ha de estar conectado para fluidos a un distribuidor 4 cuando se va a probar el acumulador de ese distribuidor.

10 En el caso de que haya de sustituirse el acumulador del distribuidor y no pueda usarse más, el acumulador común o acumulador del sistema puede actuar como ese acumulador del distribuidor, lo que incrementa el tiempo de operación de la turbina eólica 3 dado que no ha de detenerse. Entonces, el acumulador del distribuidor dañado puede cambiarse por el personal de servicio sin detener la turbina eólica.

15 En otra realización, el sistema hidráulico de cambio de paso 1 tiene un acumulador adicional, significando que hay dos acumuladores más que palas de rotor. Al tener este segundo acumulador del sistema, el sistema de cambio de paso 1 puede probarse incluso aunque un acumulador del distribuidor se haya sustituido por un acumulador del sistema.

20 La unidad de prueba 7 puede comprender un instrumento de medición de temperatura 20 u otro instrumento de medición. El otro instrumento de medición puede sustituir al instrumento de medición de presión o estar incluido como un instrumento de medición adicional. En esta forma, el instrumento de medición puede medir cualquier clase de propiedad en el fluido hidráulico, tal como la viscosidad, flujo, velocidad, cantidad de gas/líquido, densidad, temperatura o presión. La unidad de prueba 7 puede ser capaz también de medir la presencia de gas en el fluido para detectar una fuga de gas en el acumulador.

25 El instrumento de medición de temperatura 20 puede ser un anemómetro de filamento caliente, y el instrumento de medición de flujo o velocidad puede ser un anemómetro sónico. Tener la capacidad de medir la temperatura permite la detección de componentes eléctricos defectuosos que despliegan el efecto en el fluido antes de que tenga lugar ningún daño en los componentes de la turbina eólica 3. De la misma manera, los componentes defectuosos que desechan fragmentos en el fluido en el sistema hidráulico de cambio de paso 1 pueden detectarse antes de que tenga lugar ningún daño en los componentes de la turbina eólica 3.

30 En otra realización, el instrumento de medición se coloca en el exterior de la pared del acumulador del distribuidor para medir en el interior del acumulador por medio de un sensor ultrasónico.

35 El sistema de control de la unidad de prueba 7 puede supervisar si las mediciones están dentro de un intervalo predeterminado del parámetro, y si detecta que un valor medido está fuera del intervalo predeterminado del parámetro, envía una señal al operador para activar un dispositivo de alarma.

40 El sistema de control puede enviar también una señal a la unidad de prueba 7 para probar el mismo acumulador de nuevo para verificar que el acumulador no está solo temporalmente fuera del intervalo predeterminado.

45 El sistema de control 9 puede comprender también un dispositivo trazador (no mostrado) para el trazado continuamente de las mediciones realizadas por la unidad de prueba 7. Cuando el personal de servicio está realizando una revisión a la turbina eólica 3, puede leer los resultados y evaluar si cualquiera de los acumuladores tiene una tendencia de caída para predecir cuándo necesita sustituirse el siguiente acumulador.

50 Las válvulas 13, 15 en la unidad de prueba 7 puede ser cualquier clase de válvula capaz de regular el flujo para impedir que el fluido fluya entre el cilindro 5 y el acumulador 6. Las válvulas 13, 15 pueden accionarse manualmente y/o electrónicamente por el sistema de control. Adicionalmente, las válvulas pueden activarse si la presión en el acumulador cae demasiado para iniciar la prueba.

55 El acumulador puede ser cualquier clase de acumulador, tal como un acumulador de cámara, un acumulador de pistón, un acumulador de diafragma o un acumulador de fuelle metálico.

60 En una realización, el acumulador del sistema es tan grande que tiene la capacidad de absorber las fluctuaciones en los tres distribuidores, permitiendo de ese modo la prueba simultánea de los tres acumuladores del distribuidor.

65 Por una turbina eólica se quiere indicar cualquier clase de aparato capaz de convertir la energía eólica en electricidad, tal como un generador eólico, una unidad de generación eólica (WPU del inglés "Wind Power Unit") o un convertidor de energía eólica (WEC, del inglés "Wind Energy Converter").

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 pueden concebirse diversas modificaciones sin apartarse de la

invención tal como se define por las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) para la regulación del paso de una pala (2) de una turbina eólica (3) por medio de un fluido hidráulico, que comprende:
- 5 - un distribuidor (4) que comprende:
- un cilindro hidráulico (5) para el ajuste de un ángulo de paso de la pala (2), y
- 10 - un acumulador (6) conectado hidráulicamente al cilindro (5), teniendo el fluido hidráulico al menos una propiedad medible, y
- 15 una unidad de prueba (7) adaptada para medir al menos una propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador (6) caracterizado por que el sistema hidráulico de cambio de paso (1) comprende un acumulador del sistema (12) que sustituye al acumulador (6) del distribuidor (4) durante la medición de la propiedad en relación con ese acumulador (6) del distribuidor (4).
2. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de prueba comprende un medio de restricción del flujo (14), tal como una válvula de control de flujo, un estrangulador, una boquilla, una válvula anti-retorno, o medios similares.
- 20 3. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de prueba (7) comprende un sistema de control (9) para mediciones de supervisión.
- 25 4. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad de prueba (7) comprende un instrumento de medición de presión (20).
- 30 5. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente un acumulador del sistema o acumulador común (12).
- 35 6. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente un medio para desconectar el acumulador (6) y conectar otro acumulador.
7. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la propiedad del fluido es presión, temperatura, viscosidad, flujo o masa.
- 40 8. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad de prueba (7) mide la propiedad durante la operación de la turbina eólica (3).
9. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el acumulador del sistema (12) sustituye a un primer acumulador de un primer distribuidor durante la prueba del primer acumulador del distribuidor, y el acumulador del sistema (12) sustituye posteriormente a un segundo acumulador de un segundo distribuidor durante la prueba del segundo acumulador del distribuidor, y así sucesivamente.
- 45 10. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad de prueba (7) mide la propiedad del fluido que se conecta con el acumulador del sistema (12).
- 50 11. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad de prueba (7) mide la propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador del distribuidor durante un procedimiento de arranque de la turbina eólica.
- 55 12. Un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el acumulador del sistema (12) se conecta de manera fluida al distribuidor (4) y se acciona una válvula (13) para detener el flujo al acumulador (6) cuando se prueba el acumulador (6).
- 60 13. Una turbina eólica (3) que comprende un sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
14. Un método para medir la propiedad del fluido hidráulico en comunicación fluida con el acumulador (6) del distribuidor (4) del sistema hidráulico de cambio de paso (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende las etapas de:
- 65 - desconectar el acumulador (6) del sistema hidráulico del distribuidor (4) durante la operación de la turbina eólica,
- conectar el acumulador del sistema (12) con el sistema hidráulico del distribuidor, y
- medir una primera presión inicial del fluido y una segunda presión del fluido después de un periodo predeterminado de drenaje del acumulador (6), o medir un periodo de tiempo en el que la presión del fluido cae

hasta una presión predeterminada mientras el acumulador (6) está siendo drenado.

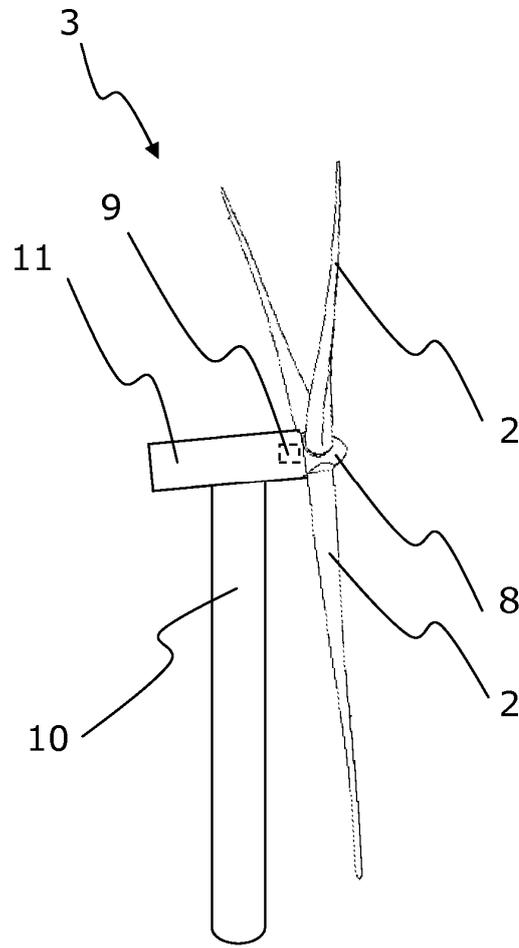


Fig. 1

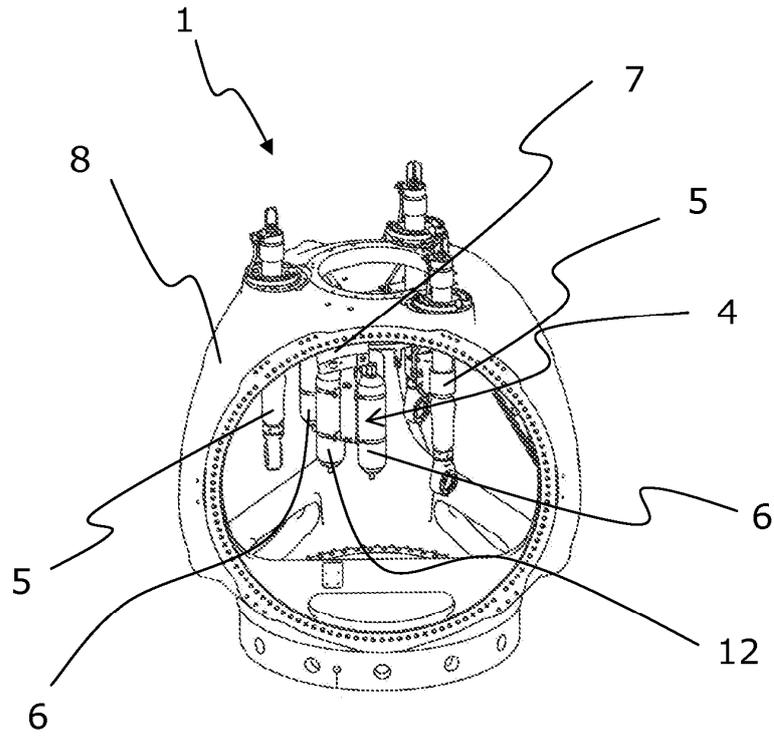


Fig. 2

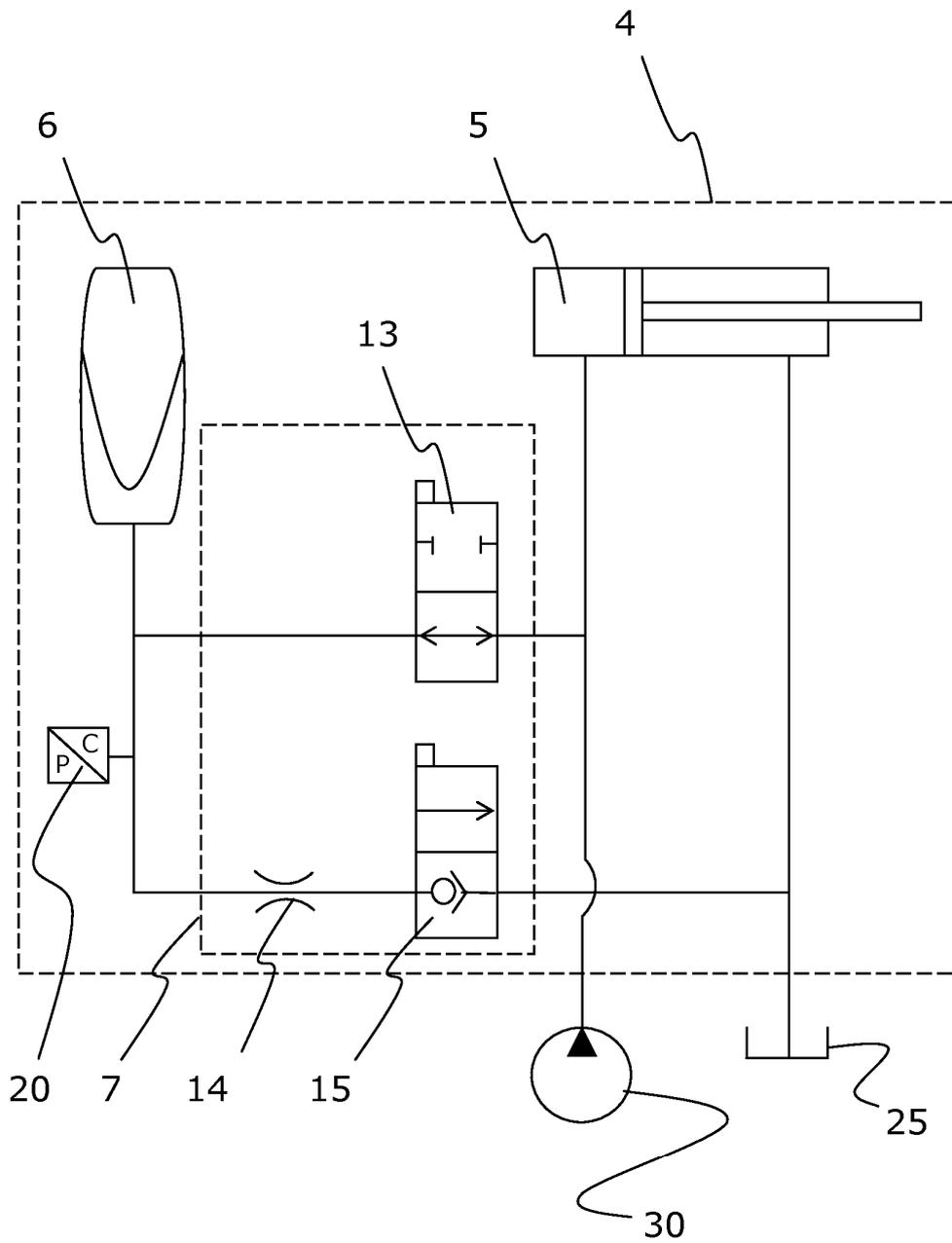


Fig. 3

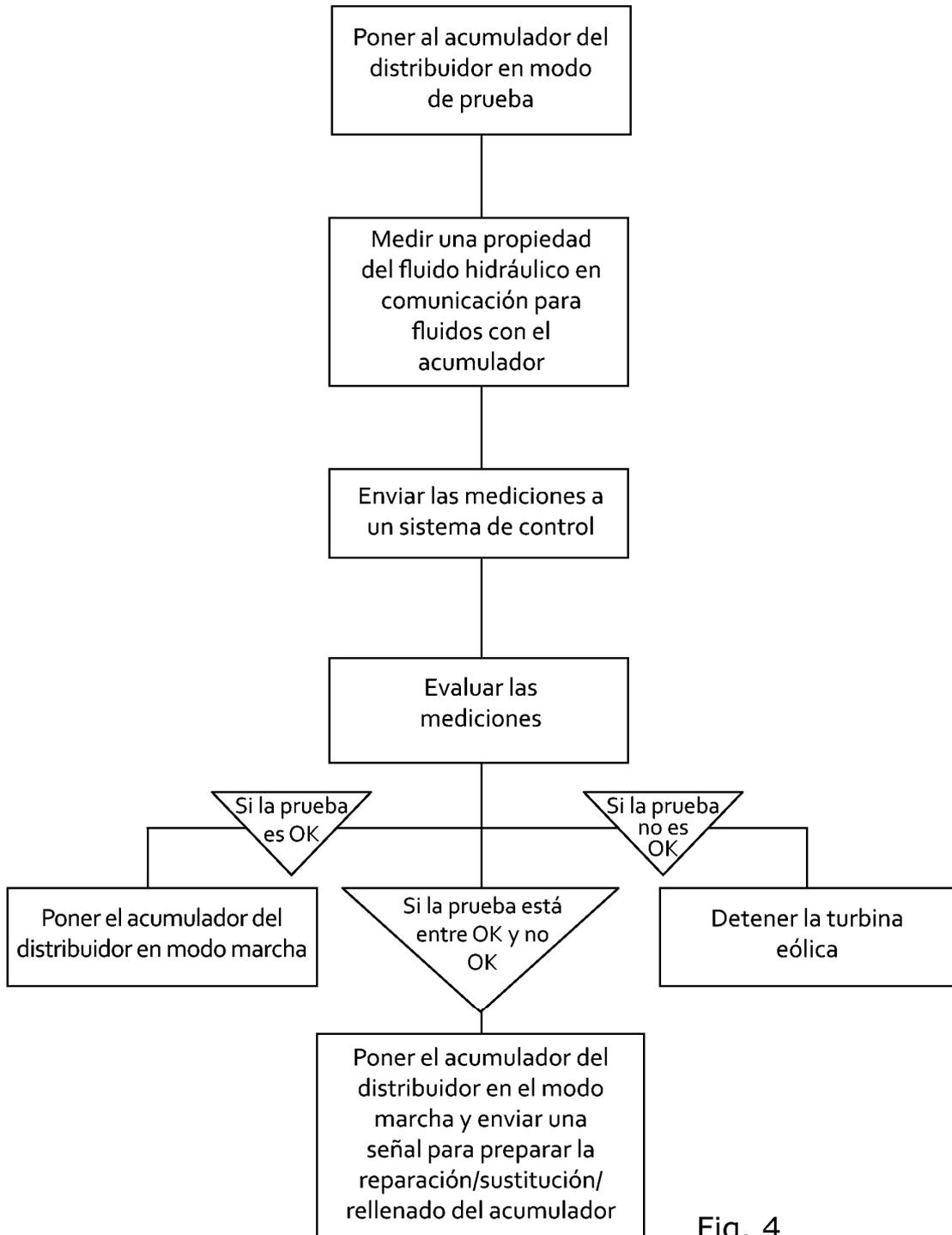


Fig. 4

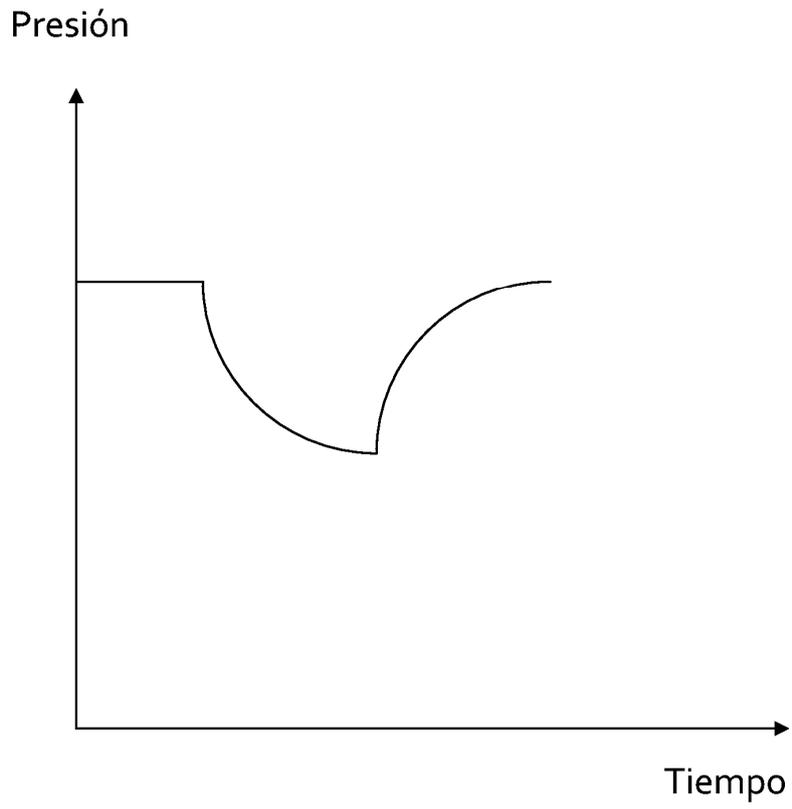


Fig. 5

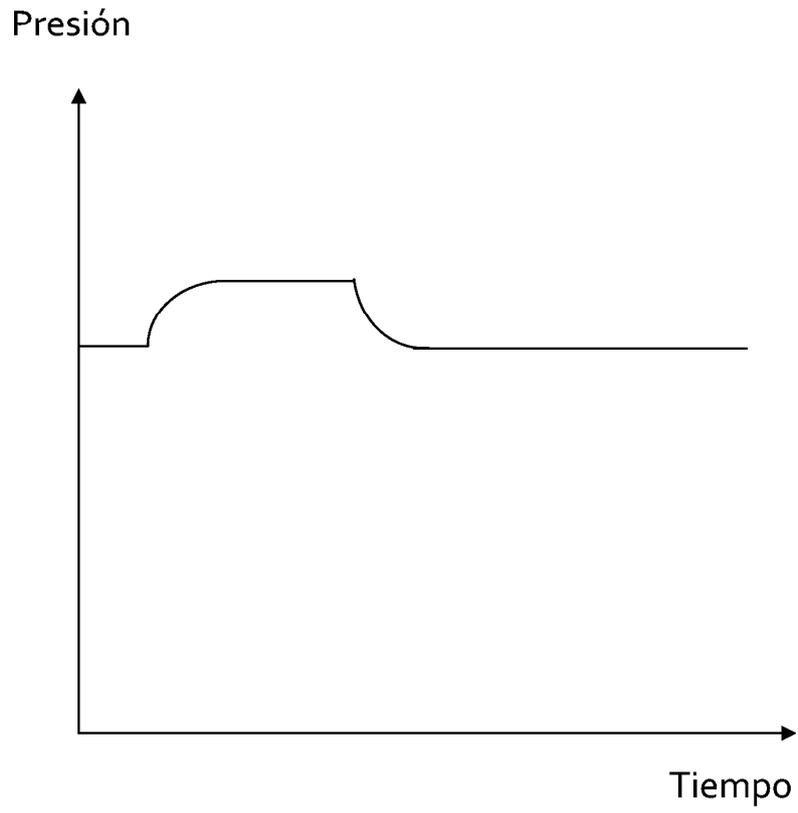


Fig. 6