

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 253**

51 Int. Cl.:

F16H 19/02 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2012 PCT/DK2012/050428**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13075721**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2012 E 12794172 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2791501**

54 Título: **Un sistema de guiñada que comprende un mecanismo de precarga**

30 Prioridad:

24.11.2011 DK 201170644

24.11.2011 US 201161563560 P

14.12.2011 DK 201170709

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

05.01.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

VERMUND RASMUSSEN, LARS y

FREDERIKSEN, THOMAS

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 596 253 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 de guiñada que comprende un mecanismo de precarga

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de guiñada para una turbina eólica. El sistema de guiñada de la invención comprende un mecanismo de precarga que se adapta para proporcionar una fuerza de precarga ajustable a un cojinete de guiñada del sistema de guiñada. La invención se refiere además a un método de operación de tal sistema de guiñada.

Antecedentes de la invención

Las turbinas eólicas modernas de eje horizontal comprenden una construcción de torre montada en una base de suelo o en una estructura de base en mar abierto. La construcción de torre soporta una góndola que soporta un buje con un número de palas de turbina eólica, a menudo tres palas de turbina eólica. El buje se monta de manera rotativa en la góndola alrededor de un eje sustancialmente horizontal, de tal manera que el buje rota como consecuencia de que las palas de la turbina eólica atrapan el viento. La góndola aloja diversos componentes usados para convertir este movimiento rotativo en energía eléctrica, tal como un generador y posiblemente una disposición de engranaje.

La góndola se monta en la construcción de torre de manera rotativa, por medio de un sistema de guiñada, para permitir que las palas de la turbina eólica se dirijan de acuerdo con la dirección del viento. El sistema de guiñada comprende normalmente un anillo dentado grande y uno o más accionamientos de guiñada, comprendiendo cada accionamiento de guiñada una rueda dentada de salida dispuesta en acoplamiento con el anillo dentado grande. El anillo de dentado grande puede estar dispuesto en la construcción de torre, mientras que los accionamientos de guiñada se montan en la góndola. Como alternativa, el anillo dentado grande puede estar dispuesto en la góndola, mientras que los accionamientos de guiñada se montan en la construcción de torre. En cualquier caso, cuando rota la rueda dentada de salida del accionamiento de guiñada, la góndola rota debido al acoplamiento entre el anillo dentado grande y las ruedas dentadas de salida de los accionamientos de guiñada. Es decir, se realizan movimientos de guiñada.

Cuando los movimientos de guiñada no se realizan mediante el sistema de guiñada, es aconsejable mantener el sistema de guiñada en la posición seleccionada. Esto puede, por ejemplo, obtenerse aplicando una precarga al sistema de guiñada, donde la fuerza de precarga debe superarse para mover la góndola en relación con la construcción de torre. Como alternativa, esto puede, por ejemplo, obtenerse mediante un sistema de frenado de guiñada separado. En el caso de que se aplique una precarga, el tamaño de la fuerza de precarga debe seleccionarse y equilibrarse de manera que, por un lado, la fuerza de precarga sea suficientemente alta para mantener la góndola en posición cuando no se desea realizar un movimiento de guiñada y, por otro lado, la fuerza de precarga es suficientemente baja para permitir movimientos de guiñada sin tener que transferir un par de torsión excesivo entre las ruedas dentadas de salida de los accionamientos de guiñada y el anillo dentado grande.

El documento EP 1 571 334 A1 divulga un sistema de guiñada de turbina eólica y un proceso de guiñada. El sistema de guiñada comprende un anillo de engranaje fijado a la torre, al menos un motor de engranaje engranado con el anillo de engranaje a través de una rueda dentada, al menos un módulo de frenado activo y al menos un módulo de frenado pasivo. Cada módulo de frenado activo comprende al menos un elemento de frenado que puede desplazarse entre una primera posición y una segunda posición, de acuerdo con instrucciones de frenado, de manera que el módulo de frenado activo ejerce una primera fuerza de frenado cuando el elemento de frenado está en la primera posición, y una segunda fuerza de frenado cuando el elemento de frenado está en la segunda posición, siendo mayor la segunda fuerza de frenado que la primera fuerza de frenado. Cada módulo de frenado pasivo ejerce una fuerza de frenado constante. De esta manera, los módulos de frenado activos permiten que se ajuste la fuerza de frenado total. Sin embargo, en el caso en que se deseen realizar movimientos de guiñada, todavía es necesario superar la fuerza de frenado proporcionada por los módulos de frenado pasivos.

El documento EP 1 662 138 A1 divulga un reductor de velocidad para el uso en un aparato de accionamiento de guiñada para un aparato de generación de energía eólica. De acuerdo con una realización, el reductor de velocidad comprende una pluralidad de mecanismos de frenado unidos al alojamiento de la góndola. Cada mecanismo de frenado está constituido por un cilindro fluido conectado a una válvula de conmutación a través de un paso de suministro/descarga.

El documento JP 2008 232155 A divulga un dispositivo hidráulico para su uso en el frenado de un aparato de accionamiento de guiñada para un aparato de generación de energía eólica. De acuerdo con una realización, un descompresor actúa por medio de superficies de recepción de presión específicamente dimensionadas para descomprimir la presión del fluido de trabajo desde un acumulador a la presión del fluido de trabajo que se envía a las pinzas de freno. La presión del fluido de trabajo en el acumulador se proporciona mediante una bomba separada.

El documento WO 98/23474 A1 divulga un sistema de frenado hidráulico, un método para controlar el sistema de frenado hidráulico y un sistema de control para controlar el sistema de frenado hidráulico. Un sistema de frenado hidráulico evita un alto par de torsión de frenado que es el resultado de un frenado normal con un par de torsión total aplicado.

5 El documento WO 97/22804 A1 divulga un sistema de guiñada para turbinas eólicas para ajustar la turbina eólica en la dirección requerida contra el viento girando el eje de guiñada de la turbina y para evitar vibraciones periódicas en la góndola alrededor del eje de guiñada que se transmiten como momentos pulsátiles a la construcción de torre.

10 **Descripción de la invención**

Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un sistema de guiñada para una turbina eólica, siendo capaz el sistema de guiñada de mantener el sistema de guiñada en una posición de guiñada seleccionada, mientras se minimiza la fuerza requerida cuando deben realizarse los movimientos de guiñada.

15 Es un objeto adicional de las realizaciones de la invención proporcionar un sistema de guiñada para una turbina eólica, asegurando el sistema de guiñada que una fuerza de retención requerida está automáticamente disponible.

20 Es otro objeto adicional de las realizaciones de la invención proporcionar un método de operación del sistema de guiñada para una turbina eólica, asegurando el método que el sistema de guiñada se mantiene en una posición de guiñada seleccionada, mientras se minimiza la fuerza requerida cuando deben realizarse los movimientos de guiñada.

25 Es otro objeto adicional de las realizaciones de la invención proporcionar un método de operación de un sistema de guiñada para una turbina eólica, asegurando el método que una fuerza de retención requerida está automáticamente disponible.

30 De acuerdo con un primer aspecto, la invención proporciona un método de operación de un sistema de guiñada para una turbina eólica, incluyendo el sistema de guiñada un mecanismo de precarga accionado hidráulicamente que tiene un pistón que funciona hidráulicamente, un acumulador y una válvula que puede desplazarse entre una primera posición que establece una conexión fluida entre el pistón que funciona hidráulicamente y el acumulador, y una segunda posición que establece una conexión fluida entre el pistón que funciona hidráulicamente y un tanque, comprendiendo el método las etapas de:

- 35 - aplicar una fuerza de precarga a un cojinete de guiñada del sistema de guiñada cuando el sistema de guiñada no realiza movimientos de guiñada, en el que la válvula está en la primera posición, por lo que la presión en el acumulador provoca que el pistón que funciona hidráulicamente aplique la fuerza de precarga,
- 40 - mover la válvula a la segunda posición, permitiendo por lo tanto que el fluido fluya desde el pistón que funciona hidráulicamente al tanque, por medio de la conexión fluida establecida, para liberar la fuerza de precarga proporcionada por el pistón que funciona hidráulicamente, y
- 45 - hacer funcionar el sistema de guiñada para realizar movimientos de guiñada, en el que dicho funcionamiento del sistema de guiñada provoca automáticamente que una bomba funcione para suministrar fluido al acumulador.

50 De acuerdo con el método del primer aspecto de la invención, una fuerza de precarga se aplica a un cojinete de guiñada del sistema de guiñada cuando el sistema de guiñada no realiza movimientos de guiñada. Esto se obtiene disponiendo la válvula en la primera posición, por lo que la presión en el acumulador provoca que el pistón que funciona hidráulicamente aplique la fuerza de precarga. De esta manera, la fuerza de precarga se aplica automáticamente cuando la válvula se mueve a la primera posición.

55 Después, la válvula se mueve a la segunda posición, es decir, se establece una conexión fluida entre el pistón que funciona hidráulicamente y el tanque. Por tanto, el fluido puede fluir desde el pistón que funciona hidráulicamente al tanque, por medio de la conexión fluida establecida, y la fuerza de precarga proporcionada por el pistón que funciona hidráulicamente se libera por tanto. De esta manera, la fuerza de precarga se libera automáticamente cuando la válvula se mueve a la segunda posición.

60 Finalmente, el sistema de guiñada funciona para realizar movimientos de guiñada. Esto puede realizarse mientras la válvula está en la segunda posición, y la fuerza de precarga se libera por tanto. Por consiguiente, se minimiza la fuerza a superar para hacer funcionar el sistema de guiñada. Además, el funcionamiento del sistema de guiñada provoca automáticamente que una bomba funcione para suministrar fluido al acumulador. Por tanto se asegura que, cuando el funcionamiento de guiñada se detiene, el fluido está disponible en el acumulador, y puede por tanto suministrarse al pistón que funciona hidráulicamente para permitir que el pistón que funciona hidráulicamente aplique la fuerza de precarga. Por tanto, se asegura que una fuerza de retención requerida está automáticamente disponible cuando no se realizan las operaciones de guiñada.

De esta manera, el método puede comprender además las etapas de:

- detener el funcionamiento del sistema de guiñada, y
- 5 - mover la válvula a la primera posición, permitiendo por tanto que el fluido fluya desde el acumulador al pistón que funciona hidráulicamente, por medio de la conexión fluida establecida, por lo que la presión en el acumulador provoca que el pistón que funciona hidráulicamente aplique una fuerza de precarga.

10 La etapa de hacer funcionar el sistema de guiñada comprende el accionamiento de la bomba mediante una corona dentada del sistema de guiñada.

15 La etapa de mover la válvula puede controlarse mediante una unidad de control. En este caso, la unidad de control puede controlar movimientos de la válvula entre la primera posición y la segunda posición en respuesta a una señal electrónica, mecánica o hidráulica. De esta manera, las señales de control pueden controlarse de manera eléctrica, mecánica o por presión. Las señales electrónicas pueden conmutar la válvula simultáneamente con la señal para iniciar operaciones de guiñada. Otra posibilidad es usar un contacto mecánico que conmuta la señal. Finalmente, también es posible usar la presión hidráulica generada por la bomba para conmutar la posición de válvula, proporcionando un sistema totalmente autónomo.

20 La etapa de mover la válvula a la segunda posición y la etapa de hacer funcionar el sistema de guiñada pueden iniciarse simultáneamente. De acuerdo con esta realización, la válvula se mueve a la segunda posición, liberando por tanto la fuerza de precarga, cuando se inician los movimientos de guiñada. Además, la válvula puede moverse a la primera posición, aplicando por tanto la fuerza de precarga, cuando se detienen los movimientos de guiñada.

25 Como una alternativa, la etapa de mover la válvula a la segunda posición puede realizarse inmediatamente antes de la etapa de hacer funcionar el sistema de guiñada.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de guiñada para una turbina eólica, comprendiendo el sistema de guiñada:

- 30 - al menos un accionamiento de guiñada dispuesto para provocar que el sistema de guiñada realice movimientos de guiñada,
- 35 - un cojinete de guiñada que permite el movimiento mutuo entre dos piezas del sistema de guiñada durante movimientos de guiñada,
- un mecanismo de precarga (1) accionado hidráulicamente que tiene al menos una bomba (3) configurada para funcionar automáticamente como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada (2), al menos un pistón (4) que funciona hidráulicamente que está dispuesto para proporcionar una fuerza de precarga al cojinete de guiñada, al menos un acumulador (5) y una válvula (6) que puede conmutar entre una primera posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y el acumulador (5) y una segunda posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y el tanque (9), y
- 40
- 45 - una unidad de control (7) configurada para conmutar la válvula (6) desde la primera posición a la segunda posición cuando el sistema de guiñada (2) realiza movimientos de guiñada.

50 En el presente contexto, el término "sistema de guiñada" debería interpretarse como un sistema que permite que una góndola de una turbina eólica rote en relación con una construcción de torre de la turbina eólica, como se ha descrito antes. La turbina eólica es preferentemente una turbina eólica moderna, del tipo que transforma la energía contenida en el viento en energía eléctrica. La turbina eólica puede ser, por ejemplo, una turbina eólica de eje horizontal.

55 El sistema de guiñada comprende al menos un accionamiento de guiñada. Cada accionamiento de guiñada está dispuesto para provocar que el sistema de guiñada realice movimientos de guiñada. Los accionamientos de guiñada pueden comprender, por ejemplo, un motor, una disposición de engranaje y una rueda dentada de salida dispuesta en acoplamiento con un anillo dentado grande. Como alternativa, los accionamientos de guiñada pueden ser accionamientos directos, es decir, sin disposiciones de engranaje, estando conectado en este caso el motor de guiñada directamente con un piñón sin una relación de engranaje. Cuando el motor hace funcionar la rueda dentada de salida, por medio de la disposición de engranaje, ocurren unos movimientos relativos entre los accionamientos de guiñada y el anillo dentado grande. Cuando el anillo dentado grande está dispuesto en la construcción de torre y los accionamientos de guiñada en la góndola, o viceversa, esto provoca que la góndola rote en relación con la construcción de torre, es decir, se realizan los movimientos de guiñada.

65 El sistema de guiñada comprende además un cojinete de guiñada. El movimiento de guiñada antes descrito ocurre por medio del cojinete de guiñada, que forma una interfaz entre la construcción de torre y la góndola. Por consiguiente, el cojinete de guiñada permite movimientos mutuos entre dos piezas del sistema de guiñada, es decir,

una pieza dispuesta en la construcción de torre y una pieza dispuesta en la góndola, durante movimientos de guiñada.

El sistema de guiñada comprende además un mecanismo de precarga adaptado para proporcionar una fuerza de precarga ajustable al cojinete de guiñada. De esta manera, el mecanismo de precarga empuja contra el cojinete de guiñada aplicando la fuerza de precarga, y la fuerza de precarga es ajustable, es decir, puede cambiar de acuerdo con la situación actual, tal como si se están realizando o no movimientos de guiñada. La fuerza de precarga puede ser, además, ajustable de acuerdo con aspectos medioambientales. Por ejemplo, las bajas temperaturas pueden incrementar la fricción entre superficies del mecanismo de precarga, y puede ser por tanto aconsejable ajustar la fuerza de precarga en respuesta a cambios en la temperatura ambiental.

El mecanismo de precarga se hace funcionar automáticamente como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada. Por tanto, se asegura que cuando el sistema de guiñada funciona, es decir, cuando se realizan movimientos de guiñada, el mecanismo de precarga también funciona, y por tanto puede asegurarse que la fuerza de precarga se ajusta de acuerdo con si se están realizando movimientos de guiñada, o la posición de la góndola debería mantenerse. Esto es una ventaja, ya que no es necesario equilibrar la fuerza de precarga entre estas dos situaciones, y en su lugar es posible maximizar la fuerza de precarga cuando la góndola debe mantenerse en una posición seleccionada, y minimizar, o incluso retirar, la fuerza de precarga cuando se realizan movimientos de guiñada.

El funcionamiento automático del mecanismo de precarga puede obtenerse, por ejemplo, de manera mecánica. En este caso, los accionamientos de guiñada pueden conectarse mecánicamente al mecanismo de precarga de tal manera que los movimientos de los accionamientos de guiñada provoquen el funcionamiento requerido del mecanismo de precarga. Como alternativa, puede generarse una señal eléctrica mediante los accionamientos de guiñada cuando funcionan los accionamientos de guiñada. La señal generada puede suministrarse al mecanismo de precarga para provocar el funcionamiento requerido del mecanismo de precarga. La señal puede, por ejemplo, generarse cuando se inician los movimientos de guiñada. Como alternativa, la señal puede generarse cuando los motores de guiñada inician el funcionamiento. En este caso, la señal se suministra al mecanismo de precarga antes de que se inicien los movimientos de guiñada, ya que los movimientos de guiñada actuales pueden retrasarse debido al contragolpe introducido en el engranaje de guiñada.

El mecanismo de precarga se acciona hidráulicamente. Por tanto, la fuerza de precarga se ajusta ajustando una presión que prevalece en piezas adecuadas del mecanismo de precarga. Una fuerza de precarga adicional puede proporcionarse de otras maneras adecuadas, tal como mecánicamente, por ejemplo, mediante un resorte.

El mecanismo de precarga comprende además al menos una bomba, funcionando automáticamente dicha bomba como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada. Por consiguiente, la bomba del mecanismo de precarga accionado hidráulicamente funciona automáticamente como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada. Por tanto, cambia al menos una presión del mecanismo de precarga.

La bomba se acciona mediante una corona dentada del sistema de guiñada. De acuerdo con la invención, la bomba se acciona directamente mediante el movimiento de guiñada realizado por el sistema de guiñada. Esta es una manera muy segura de hacer funcionar la bomba, ya que no depende de señales eléctricas u otras señales intermedias para activar la bomba.

El mecanismo de precarga comprende además al menos un pistón que funciona hidráulicamente que está dispuesto para proporcionar la fuerza de precarga, y al menos un acumulador. El al menos un pistón proporciona la fuerza de precarga, y la fuerza de precarga puede ajustarse ajustando la posición del pistón. El acumulador se usa para almacenar energía en el sistema de precarga en la forma de un aumento de presión en el acumulador. La energía almacenada de esta manera puede usarse en un punto posterior en el tiempo permitiendo que la presión en el acumulador se reduzca, mientras se incrementa la presión en otras partes del sistema hidráulico.

El acumulador puede, por ejemplo, ser un acumulador de vejiga, un acumulador de pistón o un acumulador de diafragma. Los acumuladores de vejiga presentan una respuesta rápida, y pueden normalmente manejar una relación de compresión de gas máxima de aproximadamente 4:1 y un caudal máximo de aproximadamente 15 litros por segundo. Además, los acumuladores de vejiga tienen buenas tolerancias a la suciedad y no se ven especialmente afectados por la contaminación de partículas en el fluido hidráulico.

Los acumuladores de pistón pueden manejar mayores relaciones de compresión de gas que los acumuladores de vejiga. Normalmente, los acumuladores de pistón manejan una relación de compresión de gas de hasta aproximadamente 10:1, y un caudal de hasta aproximadamente 215 litros por segundo. Además, es posible montar acumuladores de pistón en cualquier posición y orientación deseada.

Los acumuladores de diafragma exhiben la mayoría de las ventajas de los acumuladores de vejiga antes descritos. Además, los acumuladores de diafragma pueden normalmente manejar relaciones de compresión de gas de hasta aproximadamente 8:1.

5 El mecanismo de precarga comprende además una válvula que puede conmutar entre una primera posición que establece una conexión fluida entre el pistón que funciona hidráulicamente y el acumulador, y una segunda posición que establece una conexión fluida entre el pistón que funciona hidráulicamente y un tanque. Cuando la válvula está en la primera posición, una presión que ha aumentado previamente en el acumulador puede liberarse al pistón, es decir, el fluido hidráulico fluye desde el acumulador al pistón, incrementando por tanto la presión en el pistón y moviendo el pistón en una dirección. Cuando la válvula está en la segunda posición, la presión que ha aumentado en el pistón de esta manera se libera al tanque, es decir, el fluido hidráulico se mueve desde el pistón al tanque, reduciendo por tanto la presión en el pistón y moviendo el pistón en una segunda dirección inversa.

10 El mecanismo de precarga comprende además una unidad de control configurada para controlar el funcionamiento de la válvula, es decir, configurada para conmutar la válvula desde la primera posición a la segunda posición cuando el sistema de guiñada realiza movimientos de guiñada. La unidad de control puede controlar el funcionamiento de la válvula mediante hidráulica, mediante una señal mecánica, mediante una señal eléctrica o mediante cualquier otra clase de señal adecuada.

15 La unidad de control puede estar además dispuesta para controlar el funcionamiento de la bomba. En este caso las señales de control creadas por la unidad de control para la válvula y para la bomba, respectivamente, pueden coordinarse. Por ejemplo, las señales pueden generarse y suministrarse sustancialmente simultáneamente. Como alternativa, puede permitirse un intervalo de tiempo predefinido desde que se genera una señal y se suministra hasta que la otra señal se genera y suministra. Por tanto puede, por ejemplo, asegurarse que la válvula se mueva a una posición deseada antes de que la bomba se ponga en marcha.

20 La fuerza de precarga proporcionada por el pistón que funciona hidráulicamente puede incrementarse cuando la válvula está en la primera posición, y disminuir cuando la válvula está en la segunda posición. De acuerdo con esta realización, la fuerza de precarga se incrementa cuando el pistón se mueve en la primera dirección, y disminuye cuando el pistón se mueve en la segunda dirección.

25 De acuerdo con una realización, una presión puede aumentar automáticamente en el acumulador como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada. Esto asegura que el fluido hidráulico estará disponible en el acumulador para el suministro al pistón cuando se detenga el movimiento de guiñada.

30 Un sistema de guiñada de acuerdo con esta realización de la invención puede funcionar de la siguiente manera. Durante el funcionamiento normal de la turbina eólica, es decir, cuando la góndola se mantiene en la posición seleccionada, la válvula está en la primera posición, estableciendo por tanto una conexión fluida entre el pistón y el acumulador. Como consecuencia, la presión en el pistón es máxima, el pistón se mueve lo máximo posible en la primera dirección y la fuerza de precarga por tanto también es máxima. Por consiguiente, la góndola se mantiene firmemente en la posición seleccionada. Cuando el funcionamiento del sistema de guiñada se inicia, la válvula se mueve a la segunda posición, estableciendo por tanto una conexión fluida entre el pistón y el tanque. Como consecuencia, el fluido hidráulico fluye desde el pistón al tanque, disminuyendo por tanto la presión en el pistón, moviendo el pistón lo máximo posible en la segunda dirección y minimizando por tanto la fuerza de precarga. Esto permite que la góndola se mueva fácilmente. Simultáneamente, la bomba se hace funcionar, asegurando por tanto que una presión aumenta en el acumulador. De esta manera, cuando el movimiento de guiñada se detiene y la válvula se mueve de vuelta a la primera posición, se asegura que el fluido hidráulico está disponible para el suministro del pistón. Por consiguiente, se asegura que una fuerza de precarga suficiente puede proporcionarse para mantener la góndola firmemente en la posición seleccionada. Tal como se ha descrito antes, el funcionamiento de la bomba y la válvula pueden coordinarse, por ejemplo generando y suministrando señales de control de manera coordinada.

35 El cojinete de guiñada puede ser un cojinete de fricción. Como alternativa, el cojinete de guiñada puede ser un cojinete de bolas, un cojinete de rodillos o cualquier otro tipo de cojinete adecuado.

40 En caso de que el cojinete de guiñada sea un cojinete de fricción, el mecanismo de precarga puede formar parte del cojinete de fricción. De acuerdo con esta realización, algunas piezas del mecanismo de precarga constituyen piezas estructurales del cojinete de fricción.

45 El mecanismo de precarga puede estar dispuesto para proporcionar fricción entre dos superficies. Esto puede obtenerse, por ejemplo, mediante un pistón tal como se ha descrito antes. Como alternativa, puede obtenerse mediante una disposición que incluye un fuelle que puede expandirse o comprimirse suministrando o retirando el fluido hidráulico del fuelle, moviendo por tanto una superficie terminal del fuelle lejos de o hacia otra superficie.

50 El sistema de guiñada puede comprender al menos dos mecanismos de precarga, adaptándose cada mecanismo de precarga para proporcionar una fuerza de precarga ajustable al cojinete de guiñada, y funcionando automáticamente cada mecanismo de precarga como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada. De acuerdo con esta realización, el sistema de guiñada comprende al menos dos mecanismos de precarga del tipo que se ha descrito antes. Los mecanismos de precarga pueden funcionar independientemente entre sí. Esto debería interpretarse como que el control de un mecanismo de precarga no tiene influencia en el control de otro mecanismo de precarga. De

esta manera, si ocurre un fallo en un mecanismo de precarga, el otro mecanismo de precarga no se verá afectado, sino que continuará funcionando. Esto proporciona un sistema de precarga modular y seguro. Por ejemplo, los mecanismos de precarga pueden comprender sistemas hidráulicos separados y/o sistemas de control eléctricos separados. Cada mecanismo o módulo de precarga puede comprender dos o más pistones, proporcionando cada uno una fuerza de precarga como se ha descrito antes. Además, dos o más de los mecanismos de precarga pueden agruparse para formar un módulo, comprendiendo el sistema de guiñada dos o más de tales módulos que funcionan independientemente entre sí.

La válvula puede desviarse hacia la primera posición. De acuerdo con esta realización, la válvula estará en la primera posición, y se aplicará por tanto una precarga mediante el pistón que funciona hidráulicamente, a menos que la válvula se mueva de manera activa a la segunda posición. Por tanto, se asegura que una fuerza de precarga suficiente está presente, y que la fuerza de precarga solo se libera cuando es necesaria la operación de guiñada.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle en referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la Figura 1 es una vista esquemática de un mecanismo de precarga para un sistema de guiñada de acuerdo con una primera realización de la invención, cuando el sistema de guiñada no está funcionando,

la Figura 2 es una vista esquemática del mecanismo de precarga de la Figura 1, durante el funcionamiento del sistema de guiñada,

la Figura 3 es una vista esquemática de un mecanismo de precarga de un sistema de guiñada de acuerdo con una segunda realización de la invención, cuando el sistema de guiñada no está funcionando,

la Figura 4 es una vista esquemática del mecanismo de precarga de la Figura 3, durante el funcionamiento del sistema de guiñada,

la Figura 5 es una vista esquemática de un sistema de guiñada de acuerdo con una realización de la invención, y

la Figura 6 es una vista en sección transversal del sistema de guiñada de la Figura 5.

Descripción detallada de los dibujos

Las Figuras 1 y 2 son vistas esquemáticas de un mecanismo de precarga 1 para un sistema de guiñada 2 de acuerdo con una primera realización de la invención. El mecanismo de precarga 1 se acciona hidráulicamente y comprende una bomba 3, un pistón 4 y un acumulador 5.

Una válvula 6 puede conmutar entre dos posiciones en respuesta a señales de control generadas por una unidad de control 7. En la Figura 1, la válvula 6 está en una primera posición, estableciendo una conexión fluida entre el pistón 4 y el acumulador 5. Por tanto, el fluido hidráulico que se ha suministrado previamente al acumulador 5 puede suministrarse al pistón 4. Por tanto, la presión dentro del cilindro del pistón se incrementa, y el pistón 4 se empuja hacia delante, es decir, en una dirección descendente en la figura. Por tanto, un extremo opuesto del pistón 4 se empuja contra una superficie (no se muestra) del cojinete de guiñada (no se muestra), maximizando por tanto la fuerza de precarga proporcionada por el pistón 4. Durante esto, una válvula de retención 8 asegura que el fluido hidráulico no fluya hacia la bomba 3 y el sistema de guiñada 2.

Cuando se desean realizar movimientos de guiñada, el sistema de guiñada 2 se hace funcionar, y simultáneamente la unidad de control 7 genera una señal de control para la válvula 6, provocando que la válvula 6 se mueva a la segunda posición, ilustrada en la Figura 2. En la segunda posición, la válvula 6 establece una conexión fluida entre el pistón 4 y un tanque 9. Por tanto, el fluido hidráulico fluye desde el pistón 4 al tanque 9. Por consiguiente, la presión dentro del cilindro de pistón disminuye, y el pistón 4 se mueve hacia atrás, es decir, en una dirección ascendente en la figura. Por tanto, el extremo opuesto del pistón (no se muestra) se mueve lejos de la superficie (no se muestra) del cojinete de guiñada (no se muestra), minimizando por tanto la fuerza de precarga proporcionada por el pistón 4. Por lo tanto, los movimientos de guiñada pueden realizarse sin ninguna o muy poca resistencia.

Simultáneamente, o tras el paso de un tiempo predefinido después de mover la válvula 6 a la segunda posición, el sistema de guiñada 2 hace funcionar la bomba 3, suministrando por tanto el fluido hidráulico al acumulador 5, por medio de la válvula de retención 8. Por tanto, se asegura que una presión aumenta en el acumulador 5, y que el fluido hidráulico está disponible para el suministro desde el acumulador 5 al pistón 4, tal como se ha descrito antes en referencia a la Figura 1, cuando se detienen los movimientos de guiñada. Una válvula de seguridad 10 evita que una presión excesiva aumente en el acumulador 5, en caso de que el sistema de guiñada 2 funcione durante un período de tiempo mayor que lo necesario para obtener un nivel de presión adecuado en el acumulador 5. Además, la válvula de seguridad 10 puede ser ajustable. En este caso, la válvula de seguridad 10 puede ajustarse para controlar la extensión a la que se presuriza el acumulador, afectando por tanto a la fuerza de precarga

eventualmente aplicada al pistón 4. Por ejemplo, la válvula de seguridad 10 puede ajustarse de acuerdo con aspectos medioambientales. Por ejemplo, la fricción entre dos superficies puede incrementarse a bajas temperaturas, y una fuerza de precarga inferior puede ser necesaria por tanto a bajas temperaturas que a mayores temperaturas.

5 Debería apreciarse que la bomba 3 puede, como alternativa, hacerse funcionar mediante una señal eléctrica generada por la unidad de control 7. En este caso, las señales generadas para la válvula 6 y para la bomba 3 pueden coordinarse para coordinar el funcionamiento de la válvula 6 y la bomba 3. Por ejemplo, el funcionamiento de la válvula 6 y la bomba 3 puede iniciarse sustancialmente simultáneamente, o con un intervalo de tiempo predefinido entremedias.

10 La válvula 6 se desvía hacia la primera posición, ilustrada en la Figura 1. Por tanto, se asegura que una fuerza de precarga máxima se proporcione en el caso de un fallo de energía o fallo de la unidad de control 7. Por tanto, se asegura que los movimientos de guiñada no pueden ocurrir a menos que el sistema de guiñada 2 esté funcionando activamente.

15 En la realización ilustrada en las Figuras 1 y 2, el pistón 4 puede moverse hacia atrás hasta que no existe contacto entre el pistón 4 y la superficie del cojinete de guiñada, cuando la válvula 6 está en la segunda posición ilustrada en la Figura 2, permitiendo la retirada de la precarga completamente. Sin embargo, en una realización modificada, una segunda válvula de seguridad, similar a la válvula de seguridad 10, puede estar dispuesta entre la válvula 6 y el tanque 9. Por tanto, el movimiento del pistón 4 se limita, cuando la válvula 6 está en la segunda posición ilustrada en la Figura 2, y una fuerza de precarga se mantiene, que se reduce en comparación con la situación ilustrada en la Figura 1.

20 Las Figuras 3 y 4 son vistas esquemáticas de un mecanismo de precarga 1 para un sistema de guiñada 2 de acuerdo con una segunda realización de la invención. El mecanismo de precarga 1 de las Figuras 3 y 4 es muy similar al mecanismo de precarga 1 de las Figuras 1 y 2, y por tanto no se describirá en más detalle a continuación. En la Figura 3, la válvula 6 está en la primera posición, correspondiente a la situación ilustrada en la Figura 1, y en la Figura 4, la válvula 6 está en la segunda posición, correspondiente a la situación ilustrada en la Figura 2.

25 Mientras que el mecanismo de precarga 1 ilustrado en las Figuras 1 y 2 comprende solo un pistón 4, el mecanismo de precarga 1 de las Figuras 3 y 4 comprende tres pistones 4. De esta manera, cuando el mecanismo de precarga 1 de las Figuras 3 y 4 funciona de la manera antes descrita en referencia a las Figuras 1 y 2, los tres pistones 4 se mueven simultáneamente. Esto tiene la ventaja de que puede aplicarse incluso más presión a la superficie del cojinete de guiñada. Además, en caso de que falle un pistón 4, sin que fallen los otros pistones 4, por ejemplo, que unos de los pistones se atasque, los pistones 4 restantes asegurarán que no falle todo el mecanismo 1 de precarga.

30 Debería apreciarse que aunque un pistón 4 se muestra en las Figuras 1 y 2, y tres pistones 4 se muestran en las Figuras 3 y 4, esto tiene únicamente fines ilustrativos, y queda dentro del alcance de la presente invención incluir dos pistones 4, o incluir cuatro o más pistones 4 en el mecanismo de precarga 1.

35 La Figura 5 es una vista esquemática de un sistema de guiñada 2 de acuerdo con una realización de la invención. El sistema de guiñada 2 de la Figura 5 está provisto de dos mecanismos de precarga 1, que pueden ser ventajosamente del tipo ilustrado en las Figuras 1 y 2, o del tipo ilustrado en las Figuras 3 y 4. El funcionamiento de los mecanismos de precarga 1 no se describirá por tanto en más detalle en el presente documento.

40 El sistema de guiñada 2 comprende una superficie de cojinete de guiñada 11 y veintidós unidades de precarga 12 dispuestas lado a lado, y adyacentes a la superficie de cojinete de guiñada 11. Cada una de las unidades de precarga 12 comprende uno o más pistones (no se muestran), que pueden moverse hacia o lejos de la superficie de cojinete de guiñada 11, tal como se ha descrito antes en referencia a las Figuras 1 y 2.

45 Las unidades de precarga 12 se interconectan hidráulicamente de tal manera que once de ellas funcionan mediante uno de los mecanismos de precarga 1, mientras que las once unidades de precarga 12 restantes funcionan mediante el otro mecanismo de precarga 1. Por tanto, se proporciona un sistema de precarga modular, que comprende dos módulos de precarga, funcionando cada uno mediante un mecanismo de precarga 1 separado, y comprendiendo cada uno once unidades de precarga 12. Esto tiene la ventaja de que en el caso de que uno de los mecanismos de precarga 1 falle, el otro mecanismo de precarga 1 asegurará un funcionamiento seguro del sistema de guiñada 2 hasta que el mecanismo de precarga 1 defectuoso pueda repararse o sustituirse.

50 En la Figura 5 las unidades de precarga 12 de un módulo de precarga determinado están dispuestas adyacentes entre sí, es decir, las unidades de precarga 12 de un módulo de precarga cubren un semicírculo de la superficie de cojinete de guiñada 11. Debería, sin embargo, apreciarse que las unidades de precarga 12 pueden interconectarse de manera diferente para formar módulos de precarga. Por ejemplo, cada segunda unidad de precarga 12 puede funcionar mediante un mecanismo de precarga 1, mientras que las unidades de precarga intermedias 12 pueden funcionar mediante el otro mecanismo de precarga 1. En este caso, la carga en la superficie de cojinete de guiñada 11 puede distribuirse uniformemente, incluso si uno de los mecanismos de precarga 1 falla. Como alternativa, las

unidades de precarga 12 pueden interconectarse de cualquier otra manera adecuada.

5 Debería apreciarse que aunque la Figura 5 muestra dos módulos de precarga, un sistema de guiñada 2 que comprende solo un mecanismo de precarga 1, que hace funcionar todas las unidades de precarga 12, también está dentro del alcance de la presente invención. Además, podría concebirse que el sistema de guiñada 2 comprendiera tres, cuatro, cinco o incluso más módulos de precarga adicionales, funcionando cada uno mediante un mecanismo de precarga 1 separado, incrementando por tanto la redundancia en comparación con la realización mostrada en la Figura 5. Tal como se ha descrito antes, las unidades de precarga 12 pueden interconectarse de cualquier manera adecuada para formar los módulos de precarga.

10 La Figura 6 es una vista en sección transversal del sistema de guiñada 2 de la Figura 5, a lo largo de la línea A-A. Por consiguiente, la vista en sección transversal pasa a través de una unidad de precarga 12.

15 En la Figura 6 se muestra que un pistón 4 está dispuesto dentro de la unidad de precarga 12. El pistón 4, que funciona mediante un mecanismo de precarga 1 tal como se ha descrito antes en referencia a las Figuras 1 y 2, puede moverse hacia y lejos de la superficie de cojinete de guiñada 11. En la Figura 6 el pistón 4 está dispuesto en contacto con la superficie de cojinete de guiñada 11, es decir, la fricción entre el pistón 4 y la superficie de cojinete de guiñada 11 inhibe el movimiento mutuo entre la unidad de precarga 12 y la superficie de cojinete de guiñada 11.

20 En el caso en el que se desea realizar un movimiento de guiñada, el mecanismo de precarga 1 se hace funcionar, como se ha descrito antes en referencia a las Figuras 1 y 2, moviendo por tanto el pistón 4 en una dirección lejos respecto a la superficie de cojinete de guiñada 11. Cuando el pistón 4 ya no está dispuesto en contacto con la superficie de cojinete de guiñada 11, el movimiento mutuo entre la unidad de precarga 12 y la superficie de cojinete de guiñada 11 puede realizarse fácilmente y, por tanto, es posible realizar movimientos de guiñada sin tener que
25 superar una fuerza de fricción entre el pistón 4 y la superficie de cojinete de guiñada 11.

REIVINDICACIONES

1. Un método de operación de un sistema de guiñada (2) para una turbina eólica, incluyendo el sistema de guiñada (2) un mecanismo de precarga (1) accionado hidráulicamente que tiene un pistón (4) que funciona hidráulicamente, un acumulador (5) y una válvula (6) que puede conmutar entre una primera posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y el acumulador (5), y una segunda posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y un tanque (9), comprendiendo el método las etapas de:

- 5 - aplicar una fuerza de precarga a un cojinete de guiñada del sistema de guiñada (2) cuando el sistema de guiñada (2) no realiza movimientos de guiñada, en el que la válvula (6) está en la primera posición, por lo que la presión en el acumulador (5) provoca que el pistón (4) que funciona hidráulicamente aplique la fuerza de precarga,
- 10 - mover la válvula (6) a la segunda posición, permitiendo por tanto que el fluido fluya desde el pistón (4) que funciona hidráulicamente al tanque (9), por medio de la conexión fluida establecida, para liberar la fuerza de precarga proporcionada por el pistón (4) que funciona hidráulicamente, y
- 15 - hacer funcionar el sistema de guiñada (2) para realizar movimientos de guiñada, en el que dicho funcionamiento del sistema de guiñada (2) provoca automáticamente que una bomba (3) funcione para suministrar fluido al acumulador (5),
- 20

caracterizado por que la etapa de hacer funcionar el sistema de guiñada (2) comprende accionar la bomba (3) mediante una corona dentada del sistema de guiñada (2).

25 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además las etapas de:

- detener el funcionamiento del sistema de guiñada (2), y
- 30 - mover la válvula (6) a la primera posición, permitiendo por tanto que el fluido fluya desde el acumulador (5) al pistón (4) que funciona hidráulicamente, por medio de la conexión fluida establecida, por lo que la presión en el acumulador (5) provoca que el pistón (4) que funciona hidráulicamente aplique una fuerza de precarga.

35 3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de mover la válvula (6) se controla mediante una unidad de control (7).

40 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la unidad de control (7) controla los movimientos de la válvula (6) entre la primera posición y la segunda posición en respuesta a una señal electrónica, mecánica o hidráulica.

5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de mover la válvula (6) a la segunda posición y la etapa de hacer funcionar el sistema de guiñada (2) se inician simultáneamente.

45 6. Un sistema de guiñada (2) para una turbina eólica, comprendiendo el sistema de guiñada (2):

- al menos un accionamiento de guiñada dispuesto para provocar que el sistema de guiñada (2) realice movimientos de guiñada,
- un cojinete de guiñada que permite el movimiento mutuo entre dos piezas del sistema de guiñada (2) durante los movimientos de guiñada,
- un mecanismo de precarga (1) accionado hidráulicamente que tiene al menos una bomba (3) configurada para funcionar automáticamente como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada (2), estando dispuesto al menos un pistón (4) que funciona hidráulicamente para proporcionar una fuerza de precarga al cojinete de guiñada, al menos un acumulador (5) y una válvula (6) que puede conmutar entre una primera posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y el acumulador (5), y una segunda posición que establece una conexión fluida entre el pistón (4) que funciona hidráulicamente y un tanque (9), y
- 55 - una unidad de control (7) configurada para conmutar la válvula (6) de la primera posición a la segunda posición cuando el sistema de guiñada (2) realiza movimientos de guiñada,
- 60

caracterizado por que la bomba (3) se acciona mediante una corona dentada del sistema de guiñada (2).

65 7. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la unidad de control (7) está configurada para controlar los movimientos de la válvula (6) entre la primera posición y la segunda posición en respuesta a una

señal electrónica, mecánica o hidráulica.

- 5 8. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en el que la fuerza de precarga proporcionada por el pistón (4) que funciona hidráulicamente se incrementa cuando la válvula (6) está en la primera posición, y disminuye cuando la válvula (6) está en la segunda posición.
9. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que una presión aumenta automáticamente en el acumulador (5) como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada (2).
- 10 10. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en el que el cojinete de guiñada es un cojinete de fricción.
11. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el mecanismo de precarga (1) forma parte del cojinete de fricción.
- 15 12. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-11, en el que el mecanismo de precarga (1) está dispuesto para proporcionar fricción entre dos superficies.
- 20 13. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-12, comprendiendo dicho sistema de guiñada (2) al menos dos mecanismos de precarga (1), adaptándose cada mecanismo de precarga (1) para proporcionar una fuerza de precarga ajustable al cojinete de guiñada, y funcionando automáticamente cada mecanismo de precarga (1) como consecuencia del funcionamiento del sistema de guiñada (2).
- 25 14. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que los mecanismos de precarga (1) funcionan independientemente entre sí.
15. Un sistema de guiñada (2) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6-14, en el que la válvula (6) se desvía hacia la primera posición.

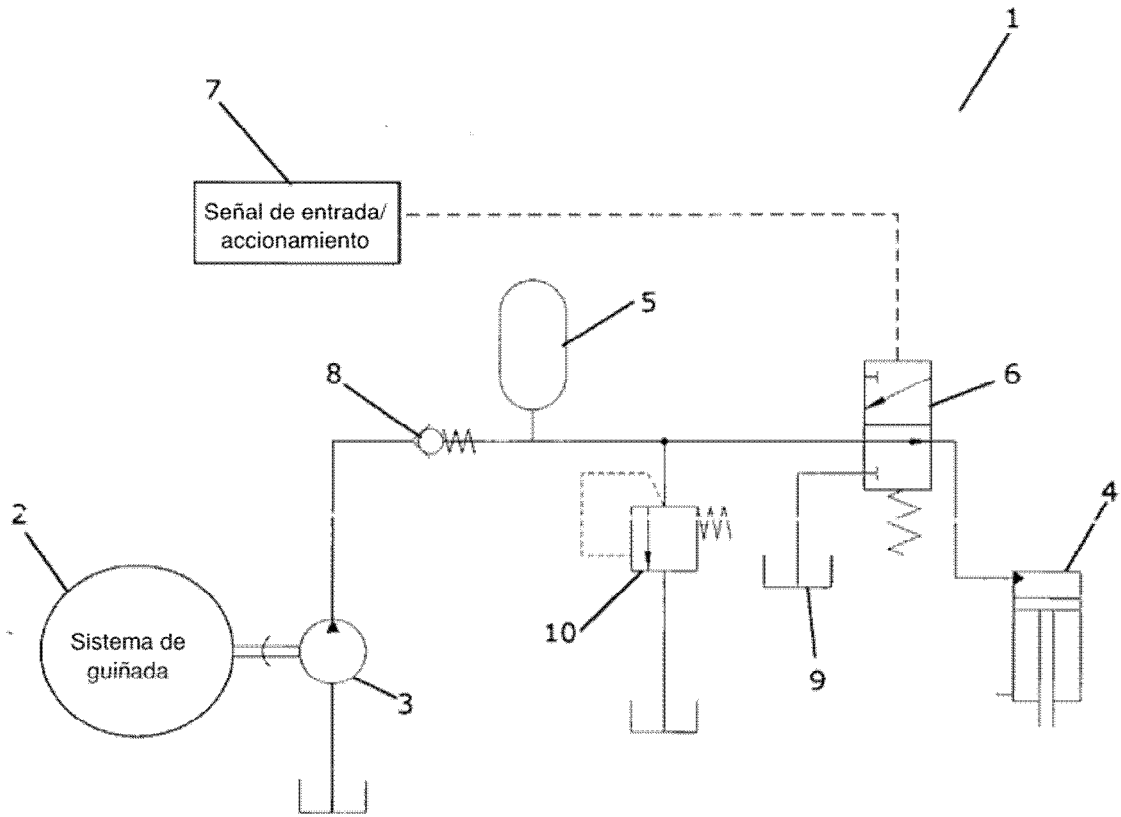


Fig. 1

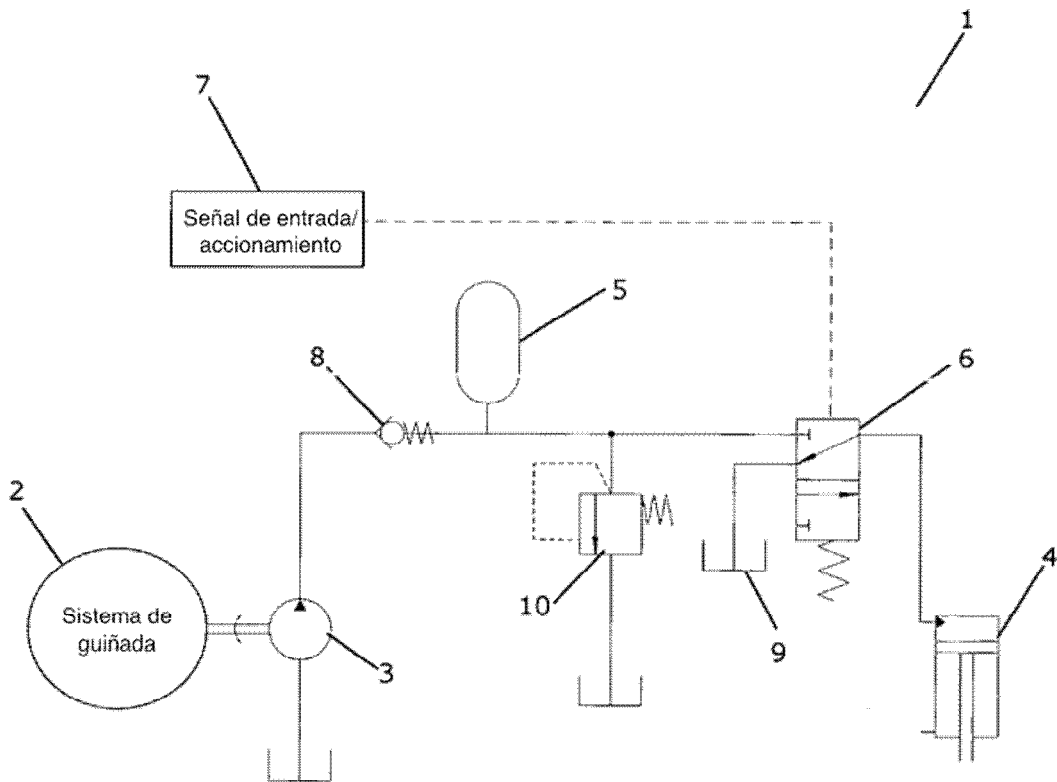


Fig. 2

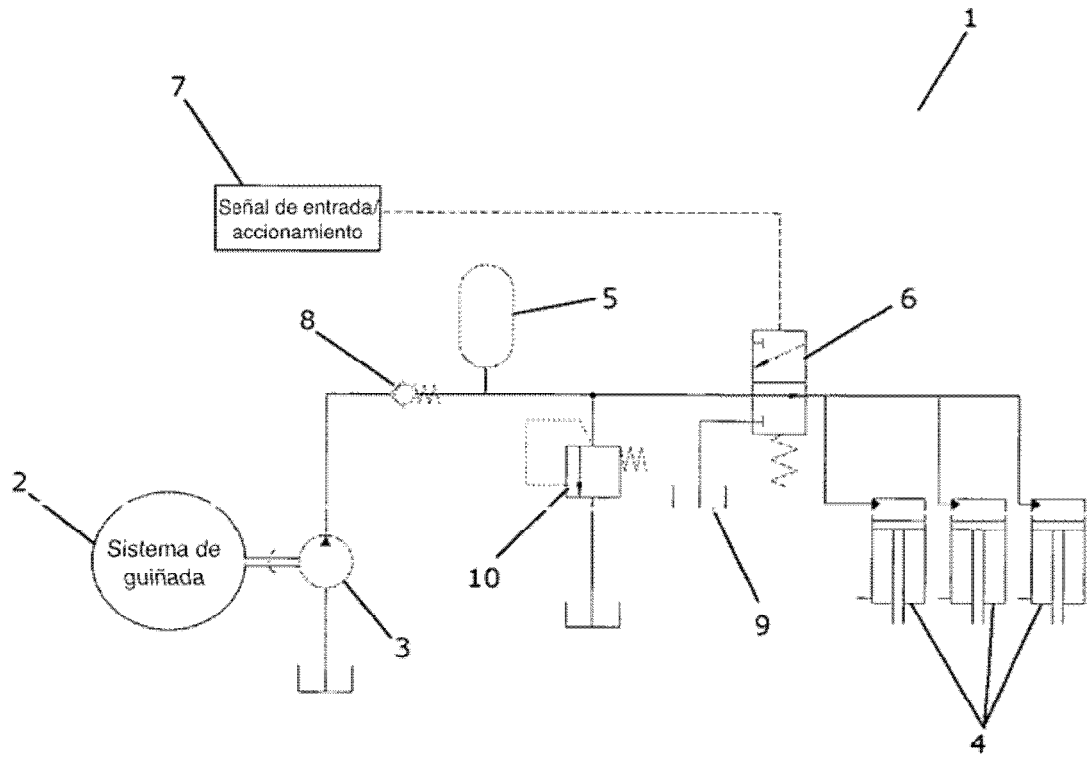


Fig. 3

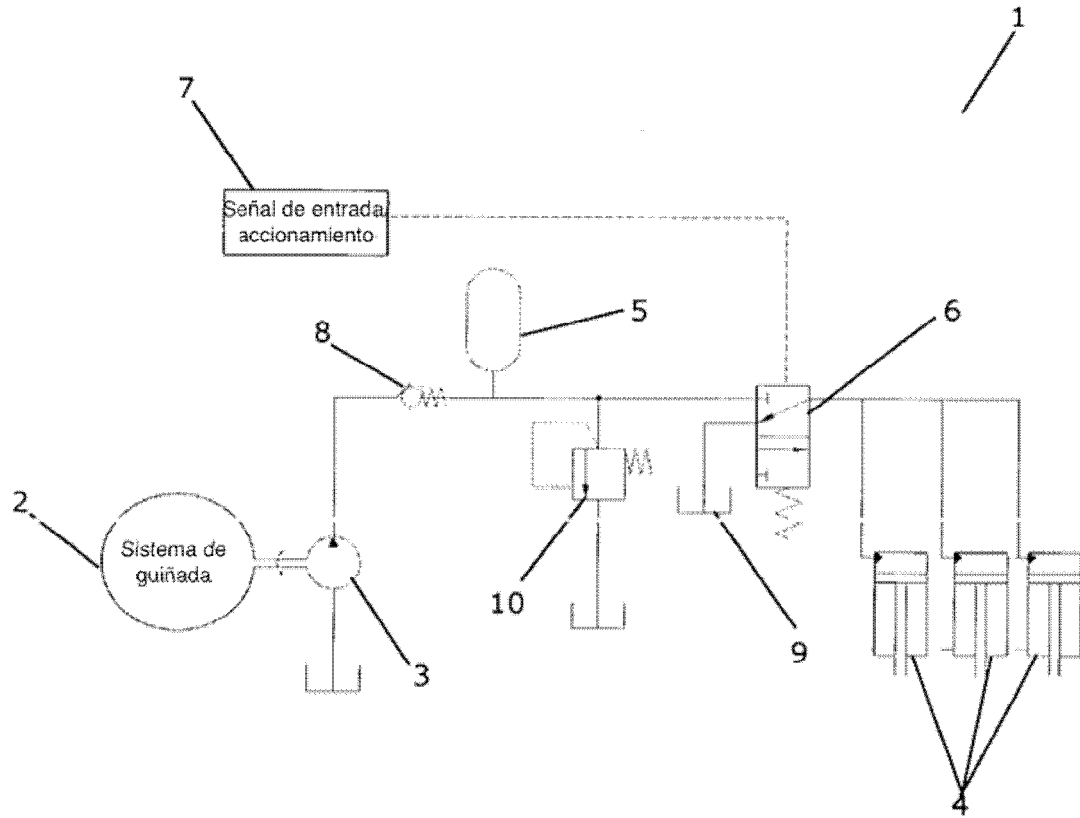


Fig. 4

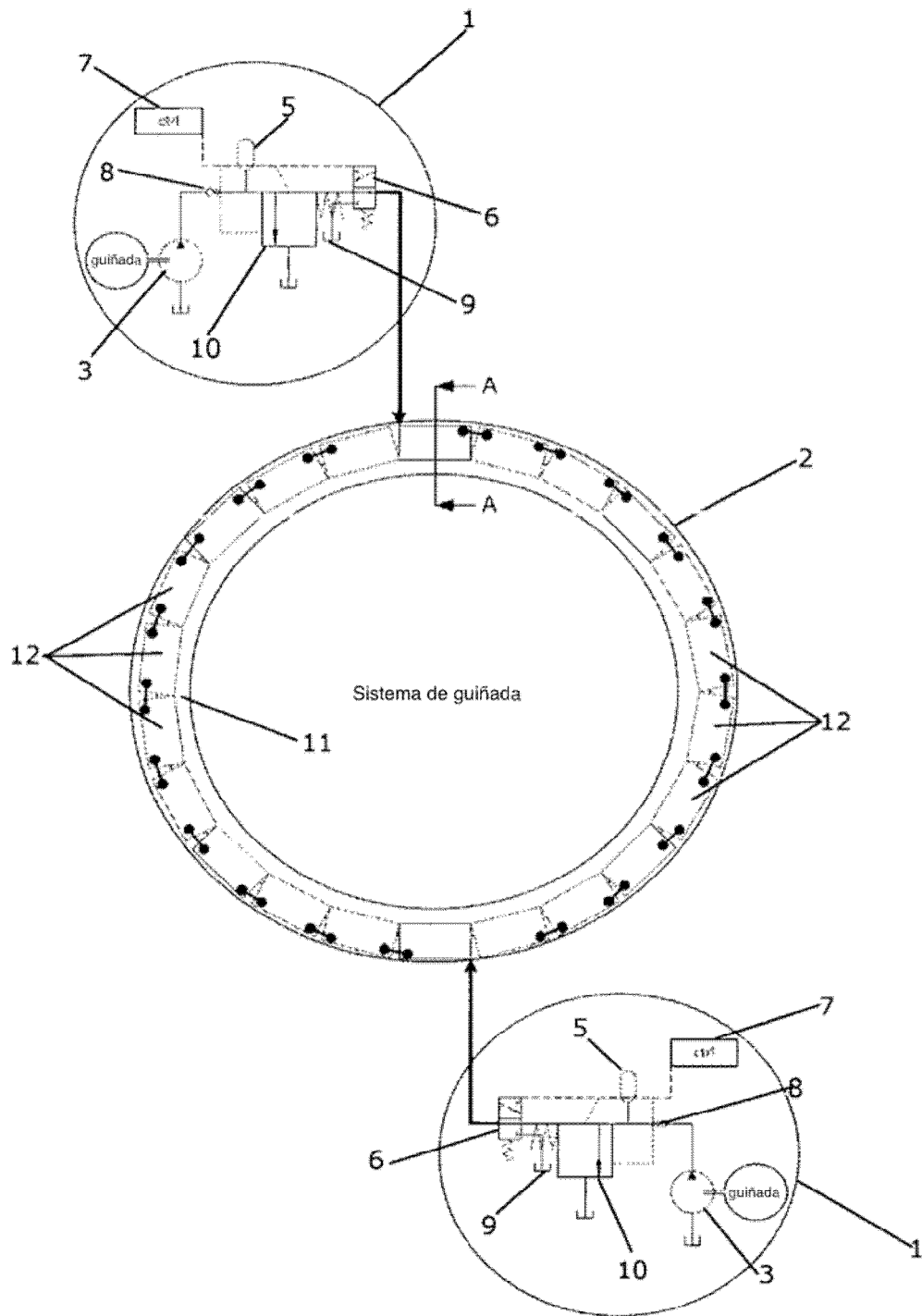


Fig. 5

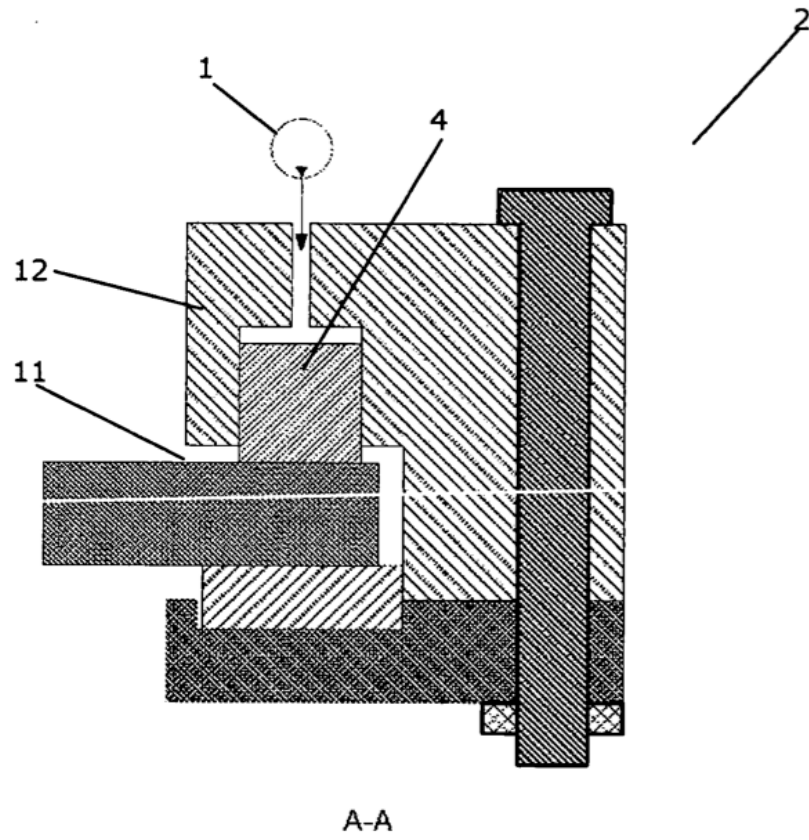


Fig. 6