



# OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

**ESPAÑA** 



11) Número de publicación: 2 527 195

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 16.11.2011 E 11785343 (2)
   (97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 12.11.2014 EP 2640968
- 64 Título: Dispositivo para el giro de la góndola de máquina de una instalación de energía eólica
- (30) Prioridad:

#### 10.12.2010 DE 102010054153

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 21.01.2015

(73) Titular/es:

SENVION SE (100.0%) Überseering 10 (Oval Office) 22297 Hamburg, DE

(72) Inventor/es:

TREDE, ALF y BRÜCKNER, MATTHIAS

(74) Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

### **DESCRIPCIÓN**

Dispositivo para el giro de la góndola de máquina de una instalación de energía eólica.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para el giro de la góndola de máquina de una instalación de energía eólica.

Las instalaciones de energía eólica obtienen energía eléctrica a partir de la energía del viento. Como conformación constructiva más frecuente de instalaciones de energía eólica se pueden encontrar instalaciones que presentan un árbol de rotor dispuesto sustancialmente en horizontal, que está conectado con un rotor equipado con dos o tres palas de rotor. El movimiento giratorio del rotor se convierte en energía eléctrica mediante el árbol de rotor y eventualmente otros componentes de la cadena cinemática con la ayuda de un generador. Los componentes de la cadena cinemática y los componentes eléctricos están dispuestos en una góndola de máquina, que está soportada por una torre. La góndola de máquina está para ello apoyada de forma giratoria sobre la torre, para que el rotor pueda seguir al viento según las direcciones cambiantes del viento, al hacer girar la góndola de máquina con respecto a la torre. Para el seguimiento se emplean principalmente sistemas activos, que presentan varios motores, que se controlan mediante un sistema de medición del viento, por ejemplo, una veleta fijada sobre la góndola, y en función de la dirección del viento determinada a través del mismo. Estos motores acimutales consisten en motores hidráulicos o eléctricos.

20

El objetivo del seguimiento de la dirección del viento de la góndola de máquina es una orientación óptima del rotor con respecto al viento. Sin embargo, el seguimiento de la dirección del viento no puede reaccionar de una forma demasiado sensible, lo que tendría concretamente como consecuencia permanentemente pequeños movimientos de seguimiento. El tiempo de vida de los componentes mecánicos se vería claramente reducido. Por ello se trabaja por lo general con valores medios en el tiempo en la determinación de la dirección del viento, y sólo se produce un seguimiento cuando se determina un determinado ángulo diferencial entre la posición real y la posición óptima con respecto al viento. Este ángulo diferencial se denomina ángulo de guiñada.

Un sistema de seguimiento de la dirección del viento comprende varios componentes diferentes como, por ejemplo, 30 un apoyo de góndola, uno o varios motores acimutales para hacer girar la góndola de máquina, uno o varios frenos generalmente hidráulicos, eventualmente un dispositivo de enclavamiento, así como un sistema electrónico de regulación. Estos diferentes componentes están dispuestos, según la forma de realización, o bien sobre o en la góndola de máquina, o bien sobre o en la torre.

35 El apoyo de góndola se realiza generalmente mediante un rodamiento ("rodamiento de bolas") que está dispuesto entre un aro dentado fijo en la torre y un aro en la bancada de la caja de la maquinaria. Asimismo, en la caja de la maquinaria se encuentran generalmente montados de forma fija varios motores de accionamiento con engranajes reductores, cada uno de los cuales está engranado con el dentado del aro fijo en la torre a través del piñón del árbol de accionamiento.

40

Durante el funcionamiento de una instalación de energía eólica pueden aparecer fuerzas muy elevadas, particularmente con aires turbulentos en función del ángulo de guiñada del rotor, y con ello momentos de torsión muy elevados, los denominados momentos de guiñada. Estos elevados momentos de guiñada pueden aparecer tanto durante un movimiento de seguimiento de la góndola de máquina como también en el estado de reposo de la 45 góndola de máquina, de tal forma que la góndola de máquina se tiene que sujetar de forma segura frente al giro frente a estos momentos. Para evitar que los motores acimutales detengan los momentos de guiñada, está previsto por lo general un inhibidor de giro o un freno de guiñada. De lo contrario, apenas se podría garantizar un tiempo de vida suficiente para los motores o para los engranajes intercalados. En general, en pequeñas instalaciones es suficiente con el inhibidor de giro en el apoyo de la góndola, estando previstos generalmente varios frenos 50 hidráulicos liberables de guiñada para instalaciones más grandes. Estas actúan habitualmente contra un anillo de freno en la cara interior de la torre o al revés, contra un anillo en la góndola de máquina. También son conocidos frenos eléctricos de guiñada. También durante el movimiento de seguimiento se encuentran habitualmente uno o dos frenos de guiñada en acción de frenado, para garantizar la amortiguación necesaria en la dinámica de ajuste. Los motores acimutales tienen que estar por ello dimensionados de tal forma que puedan superar estos momentos 55 de frenado producidos por los frenos de quiñada (véase, por ejemplo, Hau "Instalaciones de energía eólica", 4ª edición, página 349/350, sección frenos de estacionamiento).

También es conocido prever frenos independientes para el movimiento de seguimiento, además de los frenos de estacionamiento en reposo, contra los que tienen que trabajar los motores acimutales. Los frenos de

estacionamiento en reposo sólo están activos al detener la góndola durante el reposo y se liberan para el movimiento de seguimiento (véase Gasch/Twele "Instalaciones de energía eólica", 6ª edición, páginas 93/94, sección 3.3.1. Seguimiento de la dirección del viento). Se considera inconveniente que sea necesario prever frenos adicionales de seguimiento además de los frenos de estacionamiento en reposo.

También es conocido hacer funcionar todos los frenos de guiñada, que trabajan durante el reposo con un determinado momento de frenado en reposo, con un mismo y constante momento de frenado más bajo durante el seguimiento. Estos sistemas de freno acimutal conocidos tienden a la generación de ruidos chirriantes no deseados, en ocasiones muy molestos, durante el movimiento de seguimiento.

Del documento DE102008004948A1 se conoce un sistema de frenado en el que se regula dinámicamente el momento de frenado durante el movimiento de seguimiento. Para ello se proponen diferentes alternativas:

- la conexión por delante o a continuación de una válvula hidráulica regulable en la conducción hidráulica hacia el 15 freno o hacia los frenos, y regulación posterior del flujo de aceite a través de la válvula hidráulica;
  - una regulación "digital" mediante apertura o cierre de las válvulas hidráulicas conectadas en paralelo hacia los frenos;
- 20 el mando individual de los frenos mediante válvulas hidráulicas conectadas por delante o a continuación, en donde los frenos se hacen funcionar a una presión máxima de frenado, y se presionan o liberan los frenos de forma dirigida.
- Finalmente, en el estado de la técnica son conocidas las siguientes modificaciones en el forro del freno o en el disco del freno, para reducir ruidos molestos: granulado dirigido del disco de freno; uso de diferentes tipo de forro de freno; limpieza periódica de forros de freno y de disco de freno, parcialmente automatizada; variación del grosor del soporte del forro del freno; aplicación de patrones de taladrado o fresado en el disco de freno; aplicación de biseles de borde o sistemas de ranurado en el forro del freno. Estas modificaciones, siempre que puedan ser tan siquiera reproducibles con éxito, tienen como consecuencia en parte un mayor desgaste de los frenos, en parte representan sólo unas mejoras por poco tiempo, que desaparecen de nuevo después de unos cuantos procesos de frenado, en parte se logran con un elevado coste desproporcionado.
  - El documento JP2006307653A y el documento EP1650431A2 describen de forma general sistemas de freno de estacionamiento en reposo.
  - Finalmente, el documento WO2011/088850A3 publicado con posterioridad publica un dispositivo hidráulico de frenado controlado de una forma determinada para un accionamiento acimutal de una instalación de energía eólica.
- El objeto de la invención es, partiendo del estado de la técnica mencionado, lograr un dispositivo mejorado para el giro de la góndola de máquina de una instalación de energía eólica que genere un momento de frenado constante durante el movimiento de seguimiento, y que reduzca la aparición de ruidos chirriantes molestos. Preferentemente debe de ser posible reequipar sin gran coste dispositivos existentes en un dispositivo de acuerdo con la invención.
- El objetivo se resuelve mediante un dispositivo para una instalación de energía eólica con las características de la 45 reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes están indicadas conformaciones ventajosas de la invención.
- El término frenos de guiñada empleado en las reivindicaciones no se refiere ni a frenos empleados por separado, exclusivamente durante el movimiento de seguimiento, así como tampoco a frenos empleados exclusivamente durante el reposo. De acuerdo con la invención, sólo se refiere a aquellos frenos que contribuyen, al menos durante 50 algún tiempo, tanto al momento de frenado durante el movimiento de seguimiento como también al momento de frenado durante el reposo. Sin embargo, la invención no excluye que existan otros frenos además de estos frenos de acuerdo con las reivindicaciones.
- La invención parte del conocimiento de que se pueden evitar ruidos molestos del sistema de frenado acimutal durante el seguimiento, cuando la fuerza individual de frenado de un freno de guiñada se mantiene por debajo de un determinado primer valor o por encima de un determinado segundo valor umbral. En cambio, en el intervalo intermedio entre estos primer y segundo valor aparece de forma reforzada el denominado efecto SLIP-STICK, que es determinante para que se produzca el ruido. Si bien los valores primero y segundo anteriormente mencionados no se pueden indicar de forma precisa y con validez general, dado que por un lado dependen de la instalación, y por

otro lado los ruidos molestos no desparecen de forma abrupta a partir de un determinado valor. Sin embargo, se ha demostrado que se produce una mejora de forma eficaz cuando, por ejemplo, una mitad de los frenos de guiñada se hacen funcionar durante el movimiento de seguimiento con una fuerza de frenado incrementada y la otra mitad con una fuerza de frenado decrementada. "Incrementada" y "decrementada" se debe de entender con respecto a la fuerza de frenado que se debería aplicar de promedio por parte de todos los frenos de guiñada, cuando todos los frenos se empleasen de forma uniforme para la aplicación del momento de frenado en seguimiento. Un ejemplo concreto puede aclararlo. Dieciocho pinzas hidráulicas de freno acimutal están dispuestas distribuidas radialmente alrededor de un disco de freno, que se deben de solicitar para la generación del momento de frenado requerido durante el movimiento de seguimiento con quince bar de presión de frenado cada una. La generación de ruido se puede reducir enormemente, haciendo que ocho de estas dieciocho pinzas de frenado se alimenten con una presión de frenado de cuarentaitrés bar, esto es, por encima de un segundo valor umbral, situado en el presente ejemplo por encima de 15 bar y por debajo de 34 bar, mientras que diez de las pinzas de frenado permanecen sin presión de frenado, esto es, por debajo de un primer valor umbral situado en el presente ejemplo por debajo de 15 bar. El momento de frenado global permanece sustancialmente invariable, el nivel de ruido se mantuvo a un bajo nivel durante un espacio de tiempo de ensayo de dos meses.

La posibilidad de dividir en más de dos grupos los frenos de guiñada existentes, y, por ejemplo, hacer funcionar un primer grupo a un primer, un segundo grupo a un segundo y un tercer grupo a un tercer nivel de presión o de momento de frenado está contemplado en la reivindicación. En un caso de este tipo, del número total z de frenos de guiñada existentes, estarían, de acuerdo con la reivindicación, n frenos repartidos entre los dos grupos mencionados en la reivindicación 1, mientras que los (z-n) frenos de guiñada restantes estarían repartidos entre otros grupos. La reivindicación se ocupa por lo tanto también de la distribución de los z frenos de guiñada en más de dos grupos y del ajuste de más de dos niveles de presión y de momento de frenado.

25 De forma ventajosa se mandan los frenos de guiñada según la reivindicación 2 de tal forma que en un primer funcionamiento de seguimiento, se emplean una primera cantidad parcial de los frenos de guiñada para la generación del momento de frenado en reposo, mientras que en un funcionamiento de seguimiento posterior otros frenos generan el momento de frenado en seguimiento, que en el primer funcionamiento de seguimiento se mantienen en el momento de frenado *M4* más bajo. De este modo se logra que no sólo se solicite una parte de los frenos de guiñada en el funcionamiento de seguimiento, sino que en la medida de lo posible todos los frenos de guiñada estén sometidos a una carga relativamente uniforme. Esto se logra particularmente haciendo que, de acuerdo con la reivindicación 3, se elija un mando alternante, de tal forma que por lo tanto los frenos de guiñada se manden alternativamente en el funcionamiento de seguimiento para la generación del momento de frenado en reposo, pero en el siguiente funcionamiento de seguimiento sólo generen al momento de frenado *M4* más bajo.

De acuerdo con la reivindicación 4 se prefiere que el número de los frenos de guiñada se divida en dos cantidades parciales aproximadamente igual de grandes, de los cuales la primera parte se manda en el primer funcionamiento de seguimiento para la generación del momento de frenado *M3* correspondiente, mientras que en el funcionamiento de seguimiento posterior se mandan el resto de frenos de guiñada para la generación del momento de frenado *M3*. Sin embargo también son posibles divisiones en los que, por ejemplo, la totalidad de los frenos de guiñada se divida en tres o cuatro subgrupos. Para la lógica de mando y la técnica de conmutación es en todo caso más sencillo dividir el número de los frenos de guiñada en dos grupos parciales aproximadamente iguales. La división en números parciales iguales es también ventajosa debido a que se puede lograr de forma fiable y sencilla un momento de frenado en seguimiento constante para cada funcionamiento de seguimiento.

De acuerdo con la reivindicación 5 es ventajoso que el momento de frenado *M4*, es decir, el momento de frenado más bajo en el funcionamiento de seguimiento, tome un valor de aproximadamente 0. Esto significa que los frenos de guiñada correspondientes no aportan esencialmente ningún momento de frenado al momento de frenado en seguimiento durante el funcionamiento de seguimiento. En frenos hidráulicos esto se puede lograr haciendo que, por ejemplo, para estos frenos de guiñada el retorno del líquido hidráulico hacia el depósito se pueda realizar en su mayor medida sin resistencia. Sin embargo también es posible que este retorno se tenga que producir en contra de una pequeña presión. Cuando, por ejemplo, la presión de frenado de aquellos frenos de guiñada que generan el momento de frenado en seguimiento M3, se encuentra en 35 bar, una presión por debajo de 5 bar se considera pequeña en el sentido de esta reivindicación 5.

De forma ventajosa los *m* frenos controlados para la generación del momento de frenado en seguimiento se disponen simétricamente alrededor del eje de giro de la góndola de máquina para lograr una distribución de momentos lo más uniforme posible. Asimismo resulta ventajoso que también los frenos de guiñada restantes *(n-m)* estén dispuestos de la misma forma simétricamente alrededor de este eje. Particularmente ventajosa sería una

disposición simétrica puntual, una disposición especularmente simétrica ofrece, no obstante, también ventajas notables con respecto a, por ejemplo, una disposición de los frenos de guiñada en un único lado.

- Los frenos de guiñada según las reivindicaciones anteriores podrían estar conformados de forma arbitraria. Junto a 5 los frenos que trabajan por medios hidráulicos, también entran en consideración por tanto, por ejemplo, frenos eléctricos. También es imaginable que los frenos estén integrados en los accionamientos de ajuste, tal y como se conoce, por ejemplo, en accionamientos eléctricos de ajuste con función de frenado integrada. La doctrina básica de las reivindicaciones 1 a 6 se puede aplicar a todos estos frenos.
- En frenos hidráulicos con alimentación hidráulica y mando hidráulico resulta ventajoso según la reivindicación 7, que el dispositivo de mando controle en cierto modo los elementos de ajuste dispuestos en el circuito de alimentación hidráulica, concretamente de tal forma que en el funcionamiento en reposo todos los frenos de guiñada estén alimentados con una presión de trabajo *P1*, que da lugar a la generación del momento de frenado en reposo global *M1*. Para el funcionamiento de seguimiento se mandan los elementos de ajuste desde el dispositivo de mando, para liberar este funcionamiento en reposo y alimentar *m* frenos de guiñada con una presión de trabajo de seguimiento *P3* menor en comparación con la presión de trabajo en reposo y los frenos de guiñada restantes (*n-m*) con una presión de trabajo *P4* aún más baja. Para ello el término *elementos de ajuste* comprende, entre otros, válvulas de mando de dirección, reguladores de caudal o válvulas de cierre y válvulas de presión, que están dispuestas en el circuito de suministro hidráulico en lugares adecuados, también conmutadas y combinadas entre sí, para ajustar las condiciones de presión requeridas en función de la demanda.
- La disposición de los elementos de ajuste y el montaje de tubos del circuito de suministro hidráulico se puede realizar de numerosas formas. Resulta imaginable, por ejemplo, que cada freno hidráulico esté alimentado por presión en un circuito de suministro hidráulico independiente. Mediante válvulas de reducción de presión o de limitación de presión dispuestas correspondientemente conectables o desconectables se podría, por ejemplo, conmutar de forma alternante entre la presión de trabajo de reposo P1 y la presión de trabajo de seguimiento P3. La presión de trabajo de seguimiento reducida P4 podría también ajustarse haciendo que, por ejemplo, los frenos de guiñada se separen de la alimentación de presión y con ello trabajen sin presión y sin momento de frenado.
- 30 De acuerdo con la reivindicación 8 resulta en todo caso ventajoso que los frenos de guiñada estén dispuestos en dos circuitos hidráulicos independientes controlados por elementos de ajuste. En un primer circuito hidráulico están dispuestos los *m* frenos de guiñada en serie, que ejercen el momento de frenado *M3* en el funcionamiento de seguimiento, mientras que en el segundo circuito hidráulico independiente están dispuestos los (*n-m*) frenos de guiñada en serie, que generan el momento de seguimiento *M4* más bajo. Esta variante de entubado tiene la ventaja 35 de que emplea una lógica de mando sencilla y se puede realizar un mando sencillo.
- Alternativamente a la disposición anteriormente mencionada de los frenos de guiñada resulta ventajoso de acuerdo con la reivindicación 9, situar los n frenos de guiñada en serie en una conducción en doble anillo, en donde cada conducción en anillo está controlada mediante elementos de ajuste. Esto tiene la ventaja de que no es necesario realizar ninguna modificación en el grupo hidráulico, debiendo entender por grupo hidráulico una bomba hidráulica y/o un acumulador de presión. La realización de esta disposición en doble anillo se puede realizar, por ejemplo, a través de la conmutación lógica de dos válvulas magnéticas, en donde, con respecto al mando en el estado de la técnica, se debe de implementar además un mando lógico de válvulas mediante software.
- 45 Las características ventajosas de la reivindicación 10 dan lugar a una posibilidad sencilla de reequipamiento, dado que sólo es necesario montar los elementos de ajuste no controlados adicionales. No sería necesaria una conexión adicional de estos elementos de ajuste al mando y su ampliación funcional.
- En el estado de la técnica, los frenos de guiñada mandados para la generación del momento de frenado en reposo están dispuestos por lo general en serie en un circuito hidráulico. Aquí resulta ventajoso, de acuerdo con la reivindicación 11, en el sentido de una posibilidad sencilla de reequipamiento, que entre el *m-ésimo* y el *(m+1)-ésimo* freno de guiñada esté dispuesto un elemento de ajuste formado por una válvula de limitación de presión y una válvula de retención conectada en paralelo a ella. La disposición se realiza para ello de tal forma que la dirección de bloqueo de la válvula de retención se corresponde con la dirección de apertura de la válvula de limitación. El circuito hidráulico está conformado asimismo con elementos de ajuste y conducciones de tal forma que para un mando correspondiente de los elementos de ajuste a través del dispositivo de mando, la presión de trabajo en reposo P1 está presente en todos los *n* frenos de guiñada en el funcionamiento en reposo, al manipular la válvula de limitación de presión y corresponderse la dirección de circulación en el circuito hidráulico con la dirección de paso de la válvula de retención. En el funcionamiento de seguimiento, el dispositivo de mando controla los elementos de ajuste

necesarios de tal forma que en los *m* frenos de guiñada hasta la válvula de limitación de presión se encuentra presente la presión de trabajo *P3* necesaria para la generación del momento de frenado en seguimiento, y la dirección de circulación en el circuito hidráulico se corresponde con la dirección de bloqueo de la válvula de retención. El valor de las presiones de frenado *P3* y *P4* se ajusta para ello de tal forma que *m\*M3* + (*n-m*)\**M4* se 5 corresponde aproximadamente con *M1*. Para la realización de estas características es tan sólo necesario un pequeño coste de montaje, en el que se tiene que modificar el entubado hidráulico y, eventualmente, montar elementos de ajuste adicionales, principalmente se tiene que montar la combinación de válvula de limitación de presión con válvula de retención conectada en paralelo. En cambio no es necesario realizar ninguna actuación en el grupo hidráulico. Según el circuito hidráulico de salida es necesaria una pequeña actuación o ninguna en el mando.

De forma ventajosa, de acuerdo con la reivindicación 12 está previsto además del grupo hidráulico, que asume el suministro de presión en el funcionamiento en reposo, un acumulador de presión que asume el suministro de presión en el funcionamiento en seguimiento. El acumulador de presión está dispuesto para ello de tal forma en el circuito hidráulico que su punto de alimentación de presión se encuentra por delante de la válvula de limitación de presión según la dirección de circulación del funcionamiento de seguimiento. Por lo tanto, hasta la válvula de limitación de presión se encuentra presente una presión definida, predeterminada por la válvula de limitación de presión, en los *m* frenos de guiñada, mientras que a continuación de la válvula de limitación de presión está presente otra presión, por ejemplo, la presión para el retorno del líquido hidráulico al depósito. Si en los elementos de ajuste empleados no se produce ninguna pérdida, realmente no se necesita ningún acumulador de presión, dado que la presión se mantiene de forma fiable en el sistema también sin acumulador de presión. En todo caso, con un acumulador de presión se puede lograr mejor una presión constante a lo largo de intervalos de tiempo más prolongados.

A continuación se describe más detalladamente la invención mediante ejemplos de realización representados de forma esquemática y simplificada. Muestran:

la fig. 1 una instalación de energía eólica en una vista lateral;

25

- la fig. 2 una sección a lo largo de la línea X-X representada en la fig. 1;
- 30 la fig. 3 una corona de apoyo con motores acimutales que actúan sobre la misma;
  - la fig. 4 una representación esquemática del mando de frenos de guiñada controlables y regulables de forma individual mediante un dispositivo de mando;
- 35 la fig. 5 una representación esquemática del mando hidráulico de frenos de guiñada conectados en paralelo;
  - las fig. 6a, b una representación esquemática del mando hidráulico de frenos de guiñada dispuestos en serie de acuerdo con el estado de la técnica (a) y de acuerdo con la invención (b);
- 40 las fig. 7a, b, c, d varias representaciones esquemáticas de diferentes ejemplos de realización para el mando hidráulico de frenos de guiñada dispuestos en serie y/o en paralelo;
  - las fig. 8a, b varias representaciones esquemáticas para las disposiciones lógicas de los elementos de ajuste.
- 45 La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica con una sección de torre 100, sobre la que está dispuesta apoyada de forma giratoria una góndola de máquina 102. La góndola de máquina 102 puede girar alrededor del eje longitudinal 103 de la torre, para que un rotor 104, 105 dispuesto apoyado de forma giratoria sobre ella pueda seguir el viento cuando cambia la dirección del viento. El rotor está formado por un cubo de rotor 104, en el que están dispuestas varias palas de rotor 105, que por lo general están conformadas de forma giratoria alrededor de sus ejes longitudinales 106.
- En la fig. 2 está representada una sección a través de la torre 100 a lo largo de la línea X-X mostrada en la fig. 1. La fig. 2 muestra por lo tanto la góndola de máquina 102 en una vista desde abajo, en donde por simplificación no se ha representado la zona anterior y posterior de la góndola. La góndola 102 presenta una abertura de góndola 120 para la unión con la torre 100. Por motivos de representación, la torre 100 seccionada está parcialmente partida en los cuadrantes derechos superiores, para poder reconocer mejor la unión giratoria entre la torre y la góndola. La unión giratoria de la góndola 102 con la torre 100 se realiza a través de un cojinete acimutal 125. El cojinete acimutal está formado por un anillo exterior 126 y un anillo interior 127. El anillo exterior 126 está fijado a la torre 100 y presenta un dentado exterior 124, que en la fig. 2 está representado mediante una línea de trazos y puntos. El anillo interior

127 está unido con un soporte de máquina 122 dispuesto en la góndola 102 y con la góndola a través del mismo. Para hacer posible un acceso desde la torre al soporte de máquina 122, está prevista una abertura de acceso 123 en el soporte de máquina.

- 5 La fig. 2 muestra un ejemplo de realización para la conformación de un dispositivo de giro para la góndola 102. Para el giro activo de la góndola con respecto a la torre se necesitan accionamientos por motor. Con este propósito están previstos ocho accionamientos de ajuste 128, en donde cada dos accionamientos de ajuste 128 correspondientes están dispuestos como pareja y desplazados 90° con respecto a las otras parejas de mecanismos de ajuste. Los mecanismos de ajuste 128 están sujetos por el soporte de máquina 122. Asimismo, cada accionamiento de ajuste 128 presenta un piñón 129, que está engranado con el dentado exterior del anillo exterior 126 del cojinete acimutal 125. La figura 3 muestra esta interacción entre los piñones 129 de los accionamientos de ajuste 128 y el dentado exterior 124 del anillo exterior 126.
- La orientación de la góndola 102 se realiza a través de un accionamiento del mando 140 de los accionamientos de ajuste 128 mediante un dispositivo de mando no representado. Para retener una orientación de la góndola 102 ajustada a través del dispositivo de mando, en el ejemplo de realización representado en la fig. 2 están previstos ocho dispositivos de frenado 130. Cada dispositivo de frenado 130 está dispuesto en la zona de un accionamiento de ajuste 128, en donde los dispositivos de frenado 130 están unidos de forma fija con el soporte de máquina 122. Cada uno de los dispositivos de frenado 130 representados esquemáticamente presenta dos zapatas de freno, que no son visibles en esta representación y que para un accionamiento del dispositivo de frenado ejercen una unión por fricción con un disco de freno 131, que sobresale entre las dos zapatas de freno. El disco de freno 131 está dispuesto de forma fija entre la torre 100 y el anillo exterior 126 del cojinete acimutal 125. Este tipo de dispositivos de frenado 130 están mostrados, por ejemplo, en Gasch/Twele "Instalaciones de energía eólica", 6ª edición, capítulo 3.3, por ejemplo figuras 3-46 y 3-47, así como en Hau "Instalaciones de energía eólica", 4ª edición, capítulo 8.13, por ejemplo figuras 8.60 y 8.64.
- En las figuras 4a) y 4b) está representado para el caso de un único mando de los frenos de guiñada B1 a B6 la situación de mando una vez para el funcionamiento en reposo (a) y una vez para el funcionamiento de seguimiento (b). En el funcionamiento en reposo, el dispositivo de mando 400 inicia señales de mando 401 a 406 hacia cada uno de los frenos de guiñada B1 a B6. Para el caso en el que B1 a B6 sean frenos hidráulicos, estas señales de mando pueden ser, por ejemplo, una presión de trabajo en reposo *P1* respectivamente, que es necesaria para la generación del momento de frenado en reposo global *M1*. En el caso de frenos eléctricos con mandos de los husos, la señal de mando 401 puede ser, por ejemplo, una información acerca del número de vueltas del huso.
- 35 En cambio, en el funcionamiento de seguimiento representado en la figura b), el dispositivo de mando inicia unas órdenes de mando 401, 403, 405 a un primer grupo de frenos de guiñada, formado por los frenos B1, B3, B5, que controlan los frenos de guiñada mencionados al momento de frenado en seguimiento *M3* respectivamente. Para frenos hidráulicos se puede establecer, por ejemplo en los frenos B1, B3 y B5 una presión de trabajo de seguimiento *P3*. A diferencia de ello, los frenos de guiñada B2, B4 y B6 se mandan desde el dispositivo de mando 400 con señales de mando 402, 404, 406 de tal forma que dichos frenos generen un momento de frenado en seguimiento *M4* respectivamente. En el caso de frenos de guiñada que trabajen por medios hidráulicos, el dispositivo de mando puede establecer, por ejemplo, una presión de trabajo *P4* en los frenos B2, B4 y B6 para la generación del momento de frenado *M4* correspondiente.
- 45 La fig. 5 muestra en una representación esquemática un circuito de suministro hidráulico para un freno acimutal B. Con respecto a la fig. 4b), cada uno de los frenos acimutales B1 a B6 representados ahí podría estar dispuesto en un circuito hidráulico de este tipo. La fig. 5 muestra por lo tanto la disposición de una de cada uno de los frenos acimutales en un circuito hidráulico por separado.
- 50 El grupo hidráulico 500 bombea líquido hidráulico desde un depósito 501 y solicita la conducción hidráulica 502 con una presión hidráulica *P1*. Una válvula de dos vías conmutable 504 deja pasar la presión *P1* en la primera posición de conmutación representada, de tal forma que en el freno de guiñada B conectado a continuación se encuentra una presión *P1* para la generación del momento de frenado en reposo *M1*, o de una parte del momento de frenado en reposo *M1*, que por lo general se establece conjuntamente a través de varios frenos de quiñada.
- En la segunda posición de conmutación de la válvula de dos vías 504, la presión de trabajo *P1* está establecida en una segunda válvula de dos vías 505. En la primera posición de conmutación representada de esta válvula de dos vías se deja pasar la presión de trabajo *P1* hacia una válvula de reducción de presión 506, de tal forma que detrás de la válvula de reducción de presión está presente una presión de trabajo *P3*. En la posición de conmutación

representada de la válvula de dos vías 505 se solicitaría el freno de guiñada B en la segunda posición de conmutación de la válvula de dos vías 504 con la presión de trabajo *P3* para la generación del momento de frenado en seguimiento *M3*. Para la generación del momento de frenado en seguimiento *M4* se tiene que llevar la válvula de dos vías 504 a la segunda posición de conmutación y al mismo tiempo se tiene que llevar también la válvula de dos vías 505 a la segunda posición de conmutación. En estas posiciones de conmutación, la presión de trabajo *P1* está establecida en la válvula de reducción de presión 507, a continuación de la cual está activa por lo tanto una presión de trabajo *P4*.

Se entiende que para la realización de esta estructura de mando básica son necesarios otros elementos de ajuste 10 no representados, como, por ejemplo, en la zona de conducciones 508 que retornan al depósito, para poder establecer la presión de trabajo *P1*, *P3* o *P4* correspondiente en el freno de guiñada B.

El montaje de tubos representado en la fig. 5 y la conmutación lógica podría ser muy costosa para la aplicación práctica. Los ejemplos de realización representados en las siguientes figuras se caracterizan en cambio por una 15 lógica de mando y un entubado más sencillos.

La fig. 6a) muestra una disposición de suministro hidráulico habitual de acuerdo con el estado de la técnica, representada de forma simplificada. El grupo hidráulico 500 está formado en el ejemplo mostrado por una bomba 601, un acumulador de presión 602 así como una válvula de retención 603. Una válvula de reducción de presión 604 dispuesta a continuación regula la presión de salida a una presión de trabajo *P1* deseada. Los frenos de guiñada B1 a B4 dispuestos en serie experimentan todos la misma presión de trabajo *P1* y generan juntos el momento de frenado en reposo *M1*, en donde cada freno proporciona sustancialmente el mismo valor ¼ *M1*. En la conducción de retorno conectada a continuación del freno de guiñada B4 está dispuesto un elemento de ajuste conmutable 606. En la posición de conmutación representada de este elemento de ajuste 606, se impide el retorno del líquido hidráulico al depósito 501, mientras que en la segunda posición de conmutación está abierto el retorno para lograr un bombeo en el circuito. Ello se puede realizar eventualmente contra una pequeña presión. En la posición de conmutación representada del elemento de ajuste 606, en los frenos acimutales B1 a B4 está establecida la presión de trabajo *P1*, mientras que en la segunda posición de conmutación o bien no hay ninguna presión, o la presión, contra la que se produce el retorno al depósito.

30

La fig. 6b) incluye en comparación con la construcción de la fig. 6a), que se corresponde con el estado de la técnica, las siguientes modificaciones. Por delante de los frenos de guiñada B1 a B4 dispuestos en serie está dispuesta una válvula de dos vías 610, que se puede conmutar a un primer y a un segundo estado de conmutación mediante el dispositivo de mando no representado. En la primera posición de conmutación representada se conduce sin impedimentos la presión de trabajo *P1* y se solicita de este modo a los frenos de guiñada B1 a B4 con la presión de trabajo *P1*. Entre los frenos de guiñada B2 y B3 está dispuesto un elemento de ajuste 620, que está formado por una válvula de retención 621 y una válvula de limitación de presión 622 conectada en paralelo a ella. La válvula de limitación de presión abre a una presión *P3*.

40 En la posición de conmutación representada del elemento de ajuste 610, en los frenos de guiñada B1 y B2 está establecida la presión de trabajo *P1*. La válvula de retención 621 se circula en la dirección de paso y abre, de tal forma que la presión de trabajo *P1* también está presente en los frenos de guiñada B3 y B4. La válvula de limitación de presión 622 en cambio se circula en contra de su dirección de paso, y se maniobra a través de la válvula de retención 621.

45

Para el funcionamiento de seguimiento, el elemento de ajuste 610 se manda a la segunda posición de conmutación por parte del dispositivo de mando no representado. El grupo hidráulico 500 está de este modo desacoplado del sistema de conducciones que alimenta a los frenos de guiñada B1 a B4. Un acumulador de presión 630 adicional, que está previsto de forma opcional, para compensar pérdidas eventuales y pérdida de presión, pone ahora a disposición la presión de trabajo necesaria. En la posición de conmutación representada del elemento de ajuste 606, el líquido hidráulico no puede fluir visto desde el acumulador de presión 630 directamente en dirección hacia el depósito, sino que tiene que circular en dirección hacia el freno de guiñada B4. A diferencia de la situación anteriormente descrita, ha variado por lo tanto la dirección de circulación. La dirección de circulación conduce ahora por lo tanto en dirección de cierre de la válvula de retención 621, mientras que la válvula de limitación de presión 622 se solicita en la dirección de flujo. Esta válvula de limitación de presión está conformada para abrir a una presión de P3, de tal forma que en los frenos de guiñada B4 y B3 dispuestos antes según la dirección de flujo, se establece una presión de trabajo P3, en tanto el acumulador de presión 630 está conformado de forma suficiente para poner a disposición esta presión. Después de circular a través de la válvula de limitación de presión 622 se circulan los frenos de guiñada B2 y B1. El líquido hidráulico circula a continuación a través del elemento de ajuste 610 mandado

en la segunda posición de conmutación y fluye a continuación, después de superar la válvula de retención 631 cargada por resorte, de vuelta al depósito 501. La válvula de retención 631 cargada por resorte abre a una presión *P4*, de tal forma que en los frenos de guiñada B2 y B1 se establece una presión de trabajo *P4* para la generación de un momento de frenado en seguimiento *M4*. Los frenos de guiñada B4 y B3 generan un momento de frenado en seguimiento *M3* respectivamente.

En las figuras 7a) a 7d) están representadas representaciones esquemáticas simplificadas de otras configuraciones hidráulicas para la realización de la invención. La fig. 7a) muestra la disposición en serie de los frenos de guiñada B1 a B8 en una conducción en anillo 700, que es alimentada con presión de trabajo por un grupo hidráulico no 10 representado. Está representado el funcionamiento de seguimiento, de tal forma que la presión de trabajo establecida se corresponde con la presión P3. Entre los frenos de guiñada B4 y B5 está dispuesto un elemento de ajuste 710. Los frenos de guiñada B1 a B4 dispuestos por delante de este elemento de ajuste 710 en la dirección de circulación se solicitan todos con la presión de trabajo P3 y generan un momento de frenado en seguimiento M3 respectivamente. El elemento de ajuste 710 consiste entre otros en una válvula de reducción de presión que reduce 15 la presión de trabajo desde la presión P3 a una presión de trabajo P4. Los frenos de guiñada B5 a B8 dispuestos a continuación del elemento de ajuste 710 en la dirección de circulación están solicitados por ello con una presión de trabajo P4 y generan por lo tanto un momento de frenado en seguimiento M4 respectivamente. No está representado que detrás del freno de guiñada B8 está conectado a continuación un elemento de ajuste adicional (por ejemplo, una válvula de dos vías), para que pueda existir la presión P1 en todos los frenos. Asimismo, debería 20 estar garantizada una purga de aire de la conducción de presión entre el elemento de ajuste 710 y el elemento de ajuste después del freno de guiñada B8. Finalmente, se debe de indicar que el elemento de ajuste 710 debe dejar pasar la presión de trabajo en reposo P1 en el funcionamiento en reposo, dado que, por ejemplo, el elemento de ajuste 710 comprende una válvula de dos vías conmutable. Las representaciones aquí mostradas se deben de entender en todo caso sólo como una explicación del principio de acuerdo con la invención. Al técnico que se ocupe 25 de la aplicación de esta doctrina de principio le queda claro que, eventualmente, se deben de prever otras conducciones, válvulas o elementos de ajuste conocidos del estado de la técnica.

La fig. 7b) muestra una configuración alternativa a la fig. 7a). Los frenos de guiñada B1 a B8 están dispuestos en este ejemplo de realización en dos circuitos hidráulicos independientes. Correspondientemente, los frenos de guiñada B1, B3, B5 y B7 están entubados en serie en el primer circuito hidráulico 740 en simetría puntual con respecto al eje de giro 730, mientras que los frenos de guiñada B2, B4, B6 y B8 igualmente dispuestos en simetría puntual alrededor del eje de giro 730 están entubados en el segundo circuito hidráulico 750. Ambos circuitos hidráulicos se solicitan con una presión de trabajo P3 o P4. Dado que en el ejemplo mostrado, el circuito hidráulico 750 se solicita con una presión de trabajo de seguimiento P3, los frenos de guiñada B2, B4, B6 y B8 generan un momento de frenado en seguimiento M3 respectivamente, mientras que los frenos de guiñada B1, B3, B5 y B7 restantes generan un momento de frenado en seguimiento M4 respectivamente debido a la solicitación con una presión de trabajo P4.

La fig. 7c) muestra una disposición en serie de los frenos de guiñada B1 a B8, estando previsto en este ejemplo un anillo rotatorio doble y los frenos de guiñada están conectados en el orden B1, B3, B5, B7, B2, B4, B6, B8 en este circuito doble. Entre el freno de guiñada B7 y el freno de guiñada B2 está dispuesto un elemento de ajuste 760. El circuito hidráulico se solicita desde el lado de entrada con una presión de trabajo *P3*. El elemento de ajuste 760 consiste en una válvula de limitación de presión, que abre a una presión de trabajo *P3*. La presión detrás de esta válvula de limitación de presión está determinada por aquella presión con la que el líquido hidráulico fluye de vuelta hacia el depósito, por ejemplo, a través de una válvula de retorno cargada por resorte, que abre a una presión de trabajo *P4*. En los frenos de guiñada B1, B3, B5 y B7 se establece por lo tanto la presión de trabajo *P3*, dado que estos están dispuestos por delante de la válvula limitadora de presión 760 en la dirección de circulación, mientras que en los frenos de guiñada B2, B4, B6 y B8 se establece la presión de trabajo *P4* más baja. Tal y como ya ocurría en el ejemplo de realización de la fig. 7b), los frenos de guiñada B1, B3, B5 y B7 así como los frenos de guiñada B2, B4, B6 y B8 están dispuestos de forma simétrica alrededor de le eje de giro 730. El elemento de ajuste a situar a continuación del freno de guiñada B8 de la fig. 7a) aplica aquí de forma análoga, al igual que la afirmación con respecto a la purga de aire y al elemento de ajuste 710 en el funcionamiento en reposo.

La fig. 7d) muestra otro ejemplo de realización de la invención, en el que en el lado de entrada está dispuesto un 55 elemento de ajuste 610 como el conocido de la fig. 6b) y en el lado de salida un elemento de ajuste 606 también conocido de la fig. 6b). Una primera conducción en anillo de alimentación 770 está gobernada por el lado de entrada por un elemento de ajuste 780, una segunda conducción de alimentación 772 está gobernada por el lado de salida por un elemento de ajuste 782. Los elementos de ajuste 780 y 782 son válvulas magnéticas constructivamente idénticas, que cierran con presencia de corriente y permanecen abiertas sin presencia de corriente. Los frenos de

guiñada B2, B4, B6 y B8 están conectados a la primera conducción de alimentación 770, los frenos de guiñada B1, B3, B5 y B7 lo están a la segunda conducción de alimentación 772. Según el estado de conmutación de los diferentes elementos de ajuste se pueden realizar las siguientes funciones.

5 Para lavar el circuito hidráulico se lleva la válvula de dos vías 610 a la primera posición, concretamente abierta. También las válvulas magnéticas 780 y 782 permanecen sin corriente y por lo tanto abiertas. Finalmente, también se tiene que abrir la válvula de limpieza 606, para lo que en la configuración representada es necesaria una alimentación de corriente para llevar la válvula a la posición abierta de conmutación. El líquido hidráulico se puede bombear de este modo sin presión en el circuito.

Para destorcer se debe de conmutar todos los frenos de guiñada a un estado sin presión. Para ello se hace circular corriente por la válvula de dos vías 610, de tal forma que pasa al estado cerrado. Al igual que en el lavado, las válvulas magnéticas 780 y 782 no se alimentan con corriente y permanecen en el estado de conmutación cerrado. También la válvula de limpieza 606 se debe de llevar a un estado de conmutación abierto y por ello se alimenta con corriente. En el circuito acimutal no existe por ello ninguna presión de trabajo, de tal forma que todos los frenos de guiñada no ejercen ningún momento de frenado.

Para el funcionamiento en reposo se tiene que establecer una presión de 160 bar en todos los frenos de guiñada. Para ello se lleva la válvula de dos vías 610 a la posición de conmutación abierta al no alimentar corriente alguna. La presión de trabajo *P1* proporcionada por un grupo hidráulico se deja pasar tal y como ya se ha explicado en referencia a las figuras 6a) y 6b). Las válvulas magnéticas 780 y 782 deben de dejar pasar esta presión P1 y por ello no se alimentan con corriente. Para el establecimiento de la presión es finalmente además necesario, que la válvula de limpieza 606 esté cerrada. Esto se logra al hacer que esta válvula no esté alimentada con corriente. De este modo se establece en todo el circuito acimutal y con ello en todos los frenos acimutales B1 a B8 la presión de 25 reposo P1 para la generación del momento de frenado global *M1*.

En el funcionamiento de seguimiento, que siempre se produce después de un funcionamiento de reposo, se tiene que variar la presión de reposo de 160 bar aún existente en el sistema. Los frenos de guiñada B2, B4, B6 y B8 se deben de hacer funcionar sustancialmente sin presión, los frenos de quiñada restantes a, por ejemplo, 34 bar. Para 30 ello en primer lugar se alimentan con corriente en primer lugar las válvulas magnéticas 780 y 782, con lo que se cierran ambas. A continuación se alimenta con corriente la válvula de dos vías 610 del lado de entrada y se cierra de este modo para la alimentación de presión. No existe ninguna conexión más al grupo hidráulico. Al mismo tiempo, la válvula de dos vías 610 está en esta posición de conmutación abierta hacia una válvula de limitación de presión no representada, que está conectada a continuación de la salida de la válvula 610 que se encuentra en la segunda 35 posición de conmutación. Esta válvula de limitación de presión puede estar conformada, por ejemplo, tal y como se indica en la fig. 6b), con los símbolos de referencia 620 o 622. A través de esta válvula de limitación de presión se reduce la presión a la presión de seguimiento deseada P3, por ejemplo a 34 bar. La válvula de limpieza 606 se alimenta con corriente y abre de este modo, con lo que se descarga la presión en la primera conducción de alimentación 770. La válvula magnética 782 está cerrada, es decir, se impide el flujo al depósito 501; en la segunda 40 conducción de alimentación 772 se establecen por lo tanto 34 bar. La válvula magnética 780 está también cerrada, es decir, se impide la entrada de presión a la primera conducción de alimentación 770. Dado que el lado contrario situado en el lado de la salida está abierto hacia el depósito 501 a través de la válvula de lavado 606, en la conducción de alimentación 770 existen prácticamente 0 bar.

45 Las figuras 8a) y 8b) muestran en una vista básica y esquemática disposiciones de conmutación para la solicitación alternante de un primer y un segundo grupo de frenos de guiñada con una primera o una segunda presión de trabajo. La fig. 8a) muestra en la subfigura i) un grupo hidráulico 500, que solicita a un primer elemento de ajuste 810 con una presión de trabajo *P1*. Este elemento de ajuste consiste en una válvula de reducción de presión, que regula para reducir la presión de trabajo *P1* existente a una presión de trabajo *P3*. Los frenos de guiñada B1 a B3
50 dispuestos a continuación del elemento de ajuste 810 se solicitan con la presión de trabajo *P3* y generan el momento de frenado en seguimiento *M3* respectivamente. A continuación del freno de guiñada B3 está dispuesto un segundo elemento de ajuste 820, que consiste también en una válvula de reducción de presión, que reduce la presión de trabajo *P3* existente a una presión de trabajo *P4* más baja. Los frenos de guiñada B4 a B6 dispuestos a continuación de este segundo elemento de ajuste experimentan todos la presión de trabajo *P4* y generan en consecuencia un momento de frenado en seguimiento *M4*. En tanto el retorno al depósito 501 se realiza sin presión, aplica *M4* = 0.

La subfigura ii) representa la configuración hidráulica invirtiendo las condiciones de presión en los frenos de guiñada B1 a B6. Para ello existen unos medios de conmutación no representados, para provocar la inversión representada

de la dirección de circulación. Se remite a este respecto a modo de ejemplo a la fig. 6b), en la que se muestra a modo de ejemplo una inversión de este tipo. Asimismo existen medios de conmutación para desconectar los elementos de ajuste 810 y 820 del circuito hidráulico y conectar los elementos de ajuste 830 y 840 en su lugar. El elemento de ajuste 830 es una válvula de reducción de presión, que reduce la presión de trabajo *P1* existente en el lado de entrada a una presión de trabajo *P3*, que se establece en los frenos de guiñada B6, B5 y B4 conectados a continuación, de tal forma que estos frenos de guiñada generan un momento de frenado en seguimiento *M3*. A continuación del freno de guiñada B3 están conectadas una segunda válvula de reducción de presión 840, que reduce la presión de trabajo *P3* existente a una presión de trabajo *P4* más baja, que se establece en los frenos de guiñada B3, B2 y B1 dispuestos a continuación.

La fig. 8b) muestra una segunda variante alternativa. El grupo hidráulico 500 solicita al elemento de ajuste 850 con una presión de trabajo *P1*. El elemento de ajuste 850 consiste en una válvula de reducción de presión, que reduce la presión de trabajo *P1* a una presión de trabajo *P3*. A continuación del elemento de ajuste 850 está conectada una válvula de dos vías 860. En la primera posición de conmutación representada i), se deja pasar la presión de trabajo *P3* y se solicita a los frenos de guiada B1 a B3 con la presión de trabajo *P3*. Una segunda válvula de dos vías 870 conecta en la posición de conmutación mostrada i) la conducción hidráulica con el depósito y puentea los frenos de guiñada B4 a B6 dispuestos a continuación, el líquido hidráulico puede circular de vuelta directamente al depósito, en donde para el mantenimiento de la presión de trabajo *P3* se impide esta corriente de retorno mediante un elemento de ajuste adecuado, no mostrado, como, por ejemplo, una válvula de retorno.

20

Cuando el dispositivo de mando no representado conmuta la primera válvula de dos vías 860 a la segunda posición de conmutación y la segunda válvula de dos vías 870 también lo hace a la segunda posición de conmutación, se evitan los frenos de guiñada B1 a B3 y la presión de trabajo P3 se establece exclusivamente en los frenos de guiñada B4 a B6. El dispositivo de mando controla por lo tanto si los frenos de guiñada B1 a B3 o B4 a B6 generan un momento de frenado en seguimiento *M3* respectivamente. Entre estos dos estados de funcionamiento se puede conmutar de uno a otro por ejemplo de forma alternante entre movimientos de seguimiento consecutivos, para lograr una solicitación lo más uniforme posible de los frenos de guiñada B1 a B6.

Para poder establecer la presión de trabajo en reposo P1 en todos los frenos de guiñada B1 a B6 en las variantes de 30 las figuras 8a) u 8b), son necesarios otros elementos de ajuste o medios de conmutación. Básicamente, esto está ya descrito en base a los ejemplos anteriores, véase, por ejemplo, las figuras 6b) y 7a) a 7d), junto con la descripción correspondiente. De forma análoga se podría proceder en los ejemplos de realización de las figuras 8a) y 8b).

#### **REIVINDICACIONES**

- Dispositivo para el giro controlado de una góndola de máquina (102) de una instalación de energía eólica, con un dispositivo de mando (400) y con varios motores acimutales (128), en donde el dispositivo presenta 5 además varios frenos de guiñada (130, B, B1 – B8) en la cantidad n, en donde el dispositivo de mando (400) está conformado para un funcionamiento en reposo y para un funcionamiento de seguimiento, en donde en el funcionamiento en reposo los n frenos de guiñada (130, B, B1 – B8) se mandan para la aplicación de un momento de frenado en reposo M1 para retener la góndola de máquina (102), en donde los n frenos de guiñada (130, B, B1 – B8) aplican para ello respectivamente un primer momento de frenado sustancialmente igual, y en donde en el 10 funcionamiento de seguimiento los n frenos de guiñada (130, B, B1 - B8) se mandan para la aplicación de un momento de frenado en seguimiento M2, en donde el momento de frenado en seguimiento M2 es menor que el momento de frenado en reposo M1 (M1 > M2) y es también menor que el momento de giro global que generan los motores acimutales (128) en el funcionamiento de seguimiento, en donde el dispositivo de mando (400) manda en el funcionamiento de seguimiento un número m de los n frenos de guiñada (130, B, B1 – B8) para la generación de 15 sustancialmente el mismo y constante momento de frenado M3 respectivamente, caracterizado porque en el funcionamiento de seguimiento M1/n > M3 > M2/n, y en donde los (n-m) frenos de guiñada (130, B, B1 - B8) restantes se mandan para la generación de sustancialmente el mismo y constante momento de frenado M4 respectivamente, en donde aplica  $m*M3 + (n-m)*M4 \sim= M2 y M1/n > M2/n > M4$ .
- 20 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de mando (400) está conformado para mandar m frenos de guiñada (130, B, B1 B8), mandados en un primer funcionamiento de seguimiento para la generación del momento de frenado M3 correspondiente, en un funcionamiento de seguimiento posterior para la generación del momento de frenado M4 correspondiente, y mandar aproximadamente m de los (n-m) frenos de guiñada (130, B, B1 B8) mandados en el primer funcionamiento de frenado a a0, en el 25 funcionamiento de seguimiento posterior para la generación de un momento de frenado a0.
  - 3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque el funcionamiento de seguimiento posterior y el primero se producen de forma inmediatamente consecutiva, separados por un funcionamiento en reposo.
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque (*n-m*) es aproximadamente igual que *m*.
  - 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque aplica que M4 ~= 0.
- 35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los *m* y/o (*n-m*) frenos de guiñada (130, B, B1 B8) están dispuestos sustancialmente de forma simétrica alrededor del eje de giro (103, 730) del giro de la góndola de máquina.
- 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en donde los frenos de guiñada son frenos hidráulicos (130, B, B1 B8) con mando hidráulico, que están dispuestos en un circuito de alimentación hidráulica equipados con elementos de ajuste (504, 505, 506, 507, 604, 606, 610, 620, 631, 710, 760, 780, 782, 810, 820, 850, 860, 870), y en donde el dispositivo presenta un grupo hidráulico (500), caracterizado porque el dispositivo de mando (400) está conformado para mandar los elementos de ajuste (504, 505, 506, 507, 604, 606, 610, 620, 631, 710, 760, 780, 782, 810, 820, 850, 860, 870) para el funcionamiento en reposo de tal forma que todos los frenos de guiñada (130, B, B1 B8) estén alimentados con una presión de trabajo de reposo *P1*, y mandar los elementos de ajuste (504, 505, 506, 507, 604, 606, 610, 620, 631, 710, 760, 780, 782, 810, 820, 850, 860, 870) para el funcionamiento de seguimiento de tal forma que *m* frenos de guiñada (130, B, B1 B8) estén alimentados con una presión de trabajo *P3* y (*n-m*) frenos de guiñada (130, B, B1 B8) con una presión de trabajo *P4*.
- 50 8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque los frenos de guiñada (B1 B8) están dispuestos en dos circuitos hidráulicos independientes gobernados por elementos de ajuste, en donde en el primer circuito hidráulico están dispuestos en serie *m* frenos de guiñada (B2, B4, B6, B8) y en el segundo circuito hidráulico (*n-m*) frenos de guiñada (B1, B3, B5, B7).
- 55 9. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque los *n* frenos de guiñada (B1 B8) están dispuestos en serie en una conducción en doble anillo, en donde cada conducción en anillo está gobernada por elementos de ajuste.
  - 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores 7 a 9, caracterizado porque en el circuito

## ES 2 527 195 T3

hidráulico están dispuestos tan sólo elementos de ajuste (620, 710, 760) entre el primer y el enésimo freno de guiñada (B1 – B8), que no son mandados por el dispositivo de mando (400).

- Dispositivo según la reivindicación 10, en donde todos los frenos de guiñada (B1 B8) están dispuestos en serie en un circuito hidráulico, caracterizado porque entre el *m-ésimo* y el (*m+1*)-*ésimo* freno de guiñada está dispuesta como elemento de ajuste (620) una válvula de limitación de presión (622) con válvula de retención (621) conectada en paralelo, en donde la dirección de bloqueo de la válvula de retención (621) se corresponde con la dirección de apertura de la válvula de limitación de presión (622), y en donde en el circuito hidráulico están además previstos elementos de ajuste (606, 610, 620, 631) y conducciones hidráulicas, y mandados
   por el dispositivo de mando (400), de tal forma que en el funcionamiento en reposo está establecida la presión de trabajo en reposo *P1* en todos los *n* frenos de guiñada (B1 B4) evitando la válvula de limitación de presión (622) mediante la válvula de retención (621), en donde en el funcionamiento de seguimiento está establecida la presión de trabajo *P3* en los *m* frenos de guiñada (B3, B4) hasta la válvula de limitación de presión (622), evitando la válvula de retención (621).
  - 12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque además del grupo hidráulico (500) está dispuesto un acumulador de presión (630) en el circuito hidráulico, cuyo punto de alimentación de presión se encuentra por delante de la válvula de limitación de presión (622) según la dirección de circulación del funcionamiento de seguimiento.

15























