

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 446**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2015 PCT/EP2015/058756**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15169605**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2015 E 15718216 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018 EP 3140541**

54 Título: **Ajuste de acimut de una turbina eólica**

30 Prioridad:

**06.05.2014 DE 102014208468**

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

**18.05.2018**

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**

**Borsigstrasse 26**

**26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**KNOOP, FRANK**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 668 446 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

### Ajuste del acimut de una turbina eólica

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de ajuste para para ajustar una posición acimutal de una góndola de una turbina eólica y se refiere a un medio de ajuste para su uso en dicho dispositivo de ajuste. Además, la invención se refiere a una turbina eólica con un dispositivo de ajuste para ajustar una posición acimutal de la góndola y un procedimiento para ajustar una posición acimutal de una góndola.
- 10 Los dispositivos de ajuste para ajustar la posición acimutal de una góndola de una turbina eólica son conocidos. Muchos dispositivos comunes usan varios dispositivos de ajuste para este propósito, que pueden engancharse con un piñón dentado en una corona dentada y, por lo tanto, pueden proporcionar el ajuste del acimut. Después de alcanzar una nueva posición acimutal, es posible mantenerla por el hecho de que los accionamientos se detienen y se tensan parcialmente uno contra el otro, eliminando de este modo cualquier problema de una ausencia de engranajes entre el piñón y la corona dentada. El problema en este caso puede ser un desgaste entre el piñón de accionamiento y la corona dentada, o los gastos y la propensión a averías para prever un engrase en este caso.

También se conocen sistemas hidráulicos, por ejemplo, de la solicitud internacional WO2010/029210. Se describe un sistema hidráulico que comprende una pluralidad de unidades hidráulicas, presentando cada una un pistón de cilindro con un sistema de zapata de freno. Con este sistema de zapata de freno se acopla a una brida para fijar este sistema de zapata de freno allí en la base, para accionar entonces el sistema hidráulico y mover de esta manera este anillo del disco de freno y una góndola relacionada. La fiabilidad del ajuste del acimut y, además, también el mantenimiento de la góndola en una posición acimutal seleccionada depende significativamente de la calidad, al menos de la funcionalidad de este sistema de zapata de freno.

25 El documento EP 0952337 B1 también se refiere a un sistema hidráulico en el que se aplican varios elementos de transmisión de potencia a una corona dentada contra la que son apretados desde el interior. En consecuencia, pueden ocurrir problemas similares en relación con la corona dentada y los elementos opuestos que actúan sobre la misma, como en el caso del ajuste de acimut descrito anteriormente mediante piñones y coronas dentadas adecuadas. Además, la solución de este último documento requiere un actuador para presionar el elemento de transmisión de potencia contra la corona dentada, así como para ejercer el movimiento real. Si con esto realmente se puede ejercer una fuerza de tracción sobre la corona dentada, esta funciona en cualquier caso contra la fuerza de presión con la que se presiona el elemento de transmisión de potencia contra la corona dentada.

35 Como resultado, se combinan en este caso problemas de actuadores hidráulicos de manera innecesaria con los problemas de usar una corona dentada.

En el documento US 20137149146 A1 se describe un sistema de accionamiento de mordazas y frenos para ajustar una góndola alrededor de un eje vertical de una turbina eólica. El sistema de accionamiento de mordazas y frenos presenta un rotor de freno conectado de manera fija con la torre y un anclaje conectado con la góndola con dos pinzas de freno acopladas a la misma.

45 Los documentos EP 1 659 286 A1 o KR 101 346 178 B1 muestran dispositivos para ajustar un tren de accionamiento de una turbina eólica para el montaje/desmontaje de las palas del rotor en el cubo del rotor. Los dispositivos comprenden discos adaptadores con perforaciones a los que se acoplan cilindros de regulación mediante pernos o palancas que se pueden fijar manualmente.

A partir del documento DE 10 2011 017 801 A1 se conoce un generador para una turbina eólica, que presenta un estator de generador y un rotor de generador. Además, están previstas unidades de desplazamiento con cilindros hidráulicos, que están acoplados con un primer extremo al estator del generador y con el segundo extremo al rotor del generador, a través del cual se realiza un movimiento de ajuste entre el rotor del generador y el estator del generador.

55 La Oficina Alemana de Patentes y Marcas ha investigado en la solicitud de prioridad a la solicitud PCT existente el siguiente estado de la técnica: EP 0 754 881 A2.

El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, abordar al menos uno de los problemas mencionados anteriormente. En particular, debe proponerse una solución para un ajuste de acimut que se puede realizar de manera fiable, sencilla, con ahorro de espacio y/o tan económica como sea posible. Al menos se debe proponer una solución alternativa frente a lo previamente conocido.

Según la invención, se propone un dispositivo de ajuste según la reivindicación 1.

- Este dispositivo de ajuste comprende una brida de orificios con perforaciones y al menos un medio de ajuste. El medio de ajuste comprende una sección de agarre que puede acoplarse a la brida de orificios. El medio de ajuste también incluye una sección de anclaje con la que se le puede fijar a un punto de anclaje de la turbina eólica. Finalmente, el medio de ajuste comprende un actuador lineal para ejercer un movimiento lineal entre la sección de agarre y la sección de anclaje. La brida de orificios y el punto de anclaje se pueden mover de manera relativa uno con respecto al otro. En consecuencia, la brida de orificios se une de manera fija a la góndola y el punto de anclaje se conecta con la torre de la turbina eólica, o viceversa. La góndola reposa convenientemente de manera giratoria con relación a la torre. Para este propósito, se prevé un rodamiento, que se prevé particularmente como un rodamiento de giro de bola. El rodamiento también se puede denominar rodamiento de acimut. Los medios de ajuste pueden iniciar, por tanto, un movimiento lineal entre la brida de orificios y la sección de anclaje y, por lo tanto, entre la góndola y la torre o entre la torre y la góndola. Esto se realiza mediante el actuador lineal, que inicia el movimiento correspondiente entre la sección de agarre y la sección de anclaje, iniciando, por tanto, el movimiento entre la góndola y la torre cuando la sección de agarre se acopla firmemente a la brida de orificios. Para este propósito, la brida de orificios está fijada con especial preferencia a un rodamiento de giro de bola, en particular, en un intervalo en el que de otra manera estaría prevista una corona dentada. Dicha corona dentada se ahorra o se reemplaza de esta manera por la brida de orificios. Una brida de orificios es más fácil de fabricar y menos susceptible al desgaste.
- El movimiento puede iniciarse cuando la sección de agarre se acopla fuertemente a la brida de orificios, y para ello, la sección de agarre presenta un pasador de fijación móvil. Este puede engancharse en una de las perforaciones de la brida de orificios siendo empujado a la perforación correspondiente. El pasador de fijación puede ser cilíndrico o ligeramente cónico.
- El medio de ajuste está, por lo tanto, fijado básicamente de manera permanente al punto de anclaje, pero en caso necesario, por ejemplo, de manera pivotable. En la brida de orificios, el medio de ajuste puede fijarse temporalmente como a través de la sección de agarre, concretamente solo cuando el pasador de fijación móvil se engancha en una perforación de la brida de orificios. Por lo demás, podría preverse, por ejemplo, una pluralidad de pasadores de fijación.
- Cuando la sección de agarre está fijada a la brida de orificios, se puede realizar el movimiento acimutal, y para trasladar la sección de agarre, también se la puede soltar de la brida de orificios liberando la trayectoria de un pasador de fijación, al menos siempre que se pueda desplazar a lo largo de la brida de orificios.
- Como una ventaja adicional resulta que los soportes, particularmente en el punto de anclaje no necesitan ajustarse de forma precisa, y se pueden realizar los ajustes a través de los medios de ajuste.
- La sección de agarre y/o la sección de anclaje pueden estar conectadas en cada caso a través de un rodamiento de giro de bola con el actuador lineal.
- Preferentemente, el actuador lineal está constituido como un actuador lineal hidráulico. De esta manera, un actuador puede aprovechar las ventajas de un actuador hidráulico, concretamente la capacidad de aplicar altas fuerzas lineales. Otras ventajas se describen a continuación. Mediante el pasador de fijación móvil, se puede trasladar la sección de agarre correspondiente, para poder cambiar de esta manera también la posición acimutal no solo en un intervalo angular limitado. Con traslados lo suficientemente frecuentes, se puede mover la turbina eólica por lo menos 360 ° en su posición acimutal.
- Preferentemente, la brida de orificios presenta una sección de guía circular. Esto puede ser, por ejemplo, un riel circular o una ranura circular o un saliente circular. Para este fin, la sección de agarre presenta una sección de funcionamiento adaptada a esta sección de guía circular. Por tanto, la sección de agarre puede presentar, por ejemplo, una sección de ranura que está adaptada en tamaño y forma a un saliente circular de la brida de orificios. Si se libera el pasador de fijación, un accionamiento del actuador lineal ya no conduce a un movimiento relativo de la brida de orificios al punto de anclaje, sino a un desplazamiento de la sección de agarre a lo largo de la brida de orificios. En particular, se puede ajustar una posición de manera muy exacta mediante un actuador lineal hidráulico. En particular, se desplaza la sección de agarre de esta manera hacia una nueva posición a lo largo de la brida de orificios, en la que puede engancharse con el pasador de fijación en otra perforación y quedarse de esta manera fijada en una nueva posición de la brida de orificios.
- Por tanto, se puede realizar un traslado de esta sección de agarre de una manera sencilla. Debido a la fijación

mediante al menos un pasador de fijación en una perforación, esta fijación de la sección de agarre en la brida de orificios puede absorber las fuerzas de tracción y de empuje de la misma manera. La fijación se logra esencialmente sin juego y también puede eliminarse prácticamente el desgaste, al menos puede mantenerse muy bajo.

5 Otra realización propone que las perforaciones de la brida de orificios estén revestidas con casquillos endurecidos. De esta manera, se puede reducir aún más cualquier desgaste restante o al menos temido. Dicho casquillo endurecido se puede insertar de manera particularmente fácil en una perforación tal como una perforación en la brida de orificios.

10 Según una realización, el actuador lineal hidráulico se controla mediante válvulas de control. A través de estas válvulas de control, el fluido hidráulico se suministra a un cilindro hidráulico, o se descarga de él, para lograr de esta manera el movimiento lineal entre la sección de agarre y la sección de anclaje. Al cerrar las válvulas de control, se impide el movimiento del actuador lineal. De esta manera, la góndola puede mantenerse en su posición acimutal actual. Por lo tanto, puede garantizarse el mantenimiento de la góndola en su posición acimutal actual de forma  
15 permanente y sin gasto de energía. Particularmente cuando las válvulas de control son incluso de cierre automático, puede realizarse este mantenimiento sin gasto de energía.

Para ello naturalmente la sección de agarre en cuestión también debe acoplarse a la brida de orificios. También en este caso, el pasador de fijación o un mecanismo de movimiento correspondiente puede estar constituido de manera  
20 que su posición de reposo sea en la que se engancha en una perforación de la brida de orificios.

Incluso si según otra realización, se usa un actuador lineal diferente de un actuador lineal hidráulico, por ejemplo, un actuador eléctrico, el actuador lineal puede ser autobloqueante. Por ejemplo, un actuador por husillo o un actuador helicoidal con poca inclinación suele ser de autobloqueo. Por tanto, también se puede mantener de esta manera una  
25 posición acimutal actual de la góndola de manera sencilla, preferentemente sin control permanente.

Preferentemente, el actuador lineal está provisto de un sistema de amortiguación. Esto es particularmente importante para la situación en la que la góndola se mantiene en su posición acimutal. En el caso de una ráfaga, que  
30 también conduce a un momento de torsión en la góndola alrededor del eje de la torre, dicho sistema de amortiguación, que comprende una elasticidad con amortiguación, puede ceder a dicho momento de torsión en cierta medida y evitar de esta manera picos de carga.

Dicho sistema de amortiguación comprende una abertura de desvío para el fluido hidráulico, en particular, si se usa  
35 un actuador lineal hidráulico. Como resultado, el fluido hidráulico puede desviarse al menos un poco a través de dicha desviación y ceder de esa manera a una fuerza sobre el cilindro, particularmente desencadenada por un momento de torsión tal como se describió anteriormente. Especialmente el tamaño de dicha desviación como también el sistema hidráulico siguiente puede influir en el tamaño y el tipo de elasticidad y su amortiguación.

40 Dicho desvío que se describe para el aceite hidráulico puede estar previsto preferentemente en el pistón del actuador lineal hidráulico, es decir, en el pistón que se mueve dentro del cilindro hidráulico correspondiente.

Preferentemente, están previstos cuatro medios de ajuste, o una pluralidad de cuatro. Con cuatro medios de ajuste, el dispositivo de ajuste está preparado para que para ajustar la posición acimutal, dos dispositivos de ajuste con sus  
45 secciones de agarre estén fijadas a la brida de orificios, es decir, enganchados, mientras que los otros dos medios de ajuste se trasladan con sus secciones de agarre desde una posición de orificio a otra. Dado que en cada caso siempre se enganchan dos o al menos dos medios de ajuste, se puede conseguir un ajuste lo más simétrico posible, es decir, una aplicación de fuerza distribuida simétricamente.

50 Básicamente, también es posible realizar un traslado rápido. Se puede controlar de tal manera que los dispositivos de ajuste, que no están enganchados en ese momento, se desplacen de forma activa a una nueva posición, es decir, de manera que sus secciones de agarre puedan engancharse en una nueva posición del anillo perforado. Este traslado se realiza de manera que también se realiza la fijación mediante pasadores de fijación durante el movimiento, es decir, cuando tiene lugar un cambio de la posición acimutal. Para ello puede preverse una  
55 sincronización de los movimientos, de manera que se sincronicen los medios de ajuste que deben ser trasladados con los otros, de tal manera que sus secciones de agarre se muevan junto con la brida de orificios, es decir, que se estén en relación con la brida de orificios. Estas secciones de agarre recién trasladadas se pueden fijar entonces mediante los pasadores de fijación en la brida de orificios y, a continuación, pueden asumir el movimiento, es decir, el desplazamiento. Por lo tanto, tiene lugar un cambio entre los medios de ajuste que acaban de trasladarse y ahora  
60 asumen el ajuste del azimut y los medios de ajuste que han llevado a cabo anteriormente el ajuste del acimut y

ahora pueden liberarse mediante sus pasadores de fijación para trasladarse correspondientemente.

De esta manera, se puede lograr un ajuste continuo del acimut, mediante este cambio rápido entre los medios de ajuste que están enganchados y los que no están enganchados.

5

Sin embargo, también es posible realizar al menos un ajuste del acimut discontinuo con un solo medio de ajuste. En este caso, sin embargo, además sería necesario otro medio de fijación adicional, que puede fijar la brida de orificios con respecto a un punto de anclaje, mientras que se traslada uno de los medios de ajuste.

10 Preferentemente, el dispositivo de ajuste está preparado de manera que al menos se accione uno de los actuadores lineales, al menos cuando alcanza una nueva posición acimutal de manera que genere una tensión, evitando así un juego o una ausencia en el sentido de una ausencia de engranajes entre la brida de orificios y el punto de anclaje.

Si se alcanza, por tanto, temporalmente una posición acimutal deseada, se ejerce una fuerza para ajustar la posición acimutal en al menos un medio de ajuste, que está dirigido en contra de otro medio de ajuste, en particular, uno que ya está en una posición de mantenimiento.

15

Otra realización se caracteriza porque se proporciona un medio de medición para cada medio de ajuste con el fin de llevar a cabo una medición de longitud de un cilindro de ajuste del medio de ajuste. Con esta medición de longitud, en particular, se puede encontrar una perforación de la brida de orificios para fijar luego la sección de agarre mediante el pasador de fijación. Además o de forma alternativa, también se puede usar el medio de medición para deducir la posición acimutal. Si el controlador utilizado dispone de la información de la perforación en la que está fijada la sección de agarre respectiva, finalmente, se puede detectar la posición acimutal de la góndola con mucha precisión a través de la medición de la posición del medio de ajuste. Para detectar la perforación actualmente usada de la brida de orificios, puede estar previsto un identificador y/o el sistema de control puede registrar las operaciones de movimiento realizadas o al menos evaluarlas, para conocer en cada caso la perforación actual. Además o de forma alternativa, se propone un sensor adecuado para encontrar una perforación, que está colocado, en particular, en la sección de agarre y puede detectar una perforación, por ejemplo, mediante una medición de distancia o mediante detección de metales.

20

Preferentemente, se identifican de esta manera las perforaciones individuales de la brida de orificios y/o sus posiciones para determinar a partir de ahí la posición acimutal de la góndola. Dicha identificación puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un identificador óptico o electrónico, tal como un chip RFID.

35 De acuerdo con una configuración, se propone que haya una conexión de información para la transmisión de información entre los medios de ajuste. Esto puede consistir preferentemente en una unidad de control central o las unidades de ajuste se comunican directamente entre sí como, por ejemplo, a través de una arquitectura de red anular. A través de esta, pueden coordinarse particularmente las tareas, qué unidad de ajuste está actualmente en acoplamiento y que modifica o mantiene una posición acimutal, y qué unidad de ajuste actualmente desplaza su posición en la brida de orificios. En consecuencia, se propone una comunicación particular para el procedimiento descrito anteriormente de un cambio rápido entre los medios de ajuste que están enganchados y los que se desplazan.

40

Según otra realización, se propone que cada sección de agarre presente al menos dos pasadores de fijación para engancharse en dos perforaciones correspondientes. De esta manera, la sección de agarre puede fijarse no solo en el sentido circunferencial de la brida de orificios, sino que también se puede lograr una estabilidad de vuelco mediante la fijación con al menos dos pasadores de fijación en dos perforaciones. Esto hace posible que la sección de guía, es decir, una ranura de guía, carril de guía o similar, guíe la sección de agarre durante el desplazamiento, evitando que esta sección de guía tenga que soportar fuerzas de inclinación, es decir, de una inclinación de la sección de agarre alrededor de un eje longitudinal de su pasador de fijación, sobre la sección de agarre.

50

Una configuración del dispositivo de ajuste prevé que la sección de agarre se acople alrededor de una circunferencia exterior de la brida de orificios y esté colocada de forma desplazable a lo largo de esta circunferencia exterior. El dispositivo de ajuste está constituido de esta manera para proporcionar la sección de agarre y correspondientemente también el actuador lineal y la sección de anclaje radialmente fuera de la brida de orificios. Como resultado, puede quedar libre cualquier espacio dentro de la brida de orificios, es decir, en particular hacia el interior de la torre. Por tanto, se crea una solución que ocupa poco espacio. Esto, en particular, puede ser posible debido a que está prevista una brida de orificios con perforaciones en la que se acopla la sección de agarre y, por lo tanto, el medio de ajuste. Dado que con la fijación en dichas perforaciones puede transmitirse una fuerza en cualquier dirección, es decir, en particular, la fuerza de tracción y la fuerza de empuje de la misma manera, dicha disposición en el intervalo

55

60

radial externo de la brida de orificio con la solución propuesta es muy viable.

Preferentemente, la sección de guía circular también está colocada en la circunferencia o al menos en el intervalo de la circunferencia, concretamente entre las perforaciones y la circunferencia exterior radial, es decir, radialmente fuera de la fila circular de perforaciones.

Según la invención, se propone además una turbina eólica según la reivindicación 11. Dicha turbina eólica comprende una torre y una góndola de turbina eólica montada de forma giratoria sobre la misma. Para ajustar la posición acimutal de la góndola, se usa un dispositivo de ajuste según al menos una de las realizaciones descritas anteriormente. En consecuencia, se puede mejorar la turbina eólica en materia del ajuste del azimut mediante el uso de dichos dispositivos de ajuste, en particular, se puede realizar de forma más económica y más fiable.

Según la invención, se propone además un medio de ajuste según la reivindicación 13, que presenta las características que se han descrito anteriormente en relación con al menos una realización del dispositivo de ajuste para los medios de ajuste. El medio de ajuste presenta, por tanto, una sección de agarre, una sección de anclaje y un actuador lineal colocado entre ellos y estos elementos se comportan tal como se describió anteriormente en relación con al menos una realización del dispositivo de ajuste. Preferentemente, los medios de ajuste presentan además una unidad de comunicación o una conexión a dicha unidad de comunicación con el fin de poder llevar a cabo las coordinaciones descritas anteriormente.

Preferentemente, la turbina eólica se caracteriza porque la brida de orificios está fijada a un eje de la torre o al rodamiento de acimut, en particular, a un rodamiento de giro de bola, en particular, atornillado, y se extiende radialmente desde allí hasta el exterior. La turbina eólica puede colocar de este modo los medios de ajuste fuera de la torre, pero puede ser dentro de un revestimiento de la góndola, y de este modo se puede conseguir una solución que ahorra mucho espacio. Además o de forma alternativa, las perforaciones de la brida de orificios están colocadas radialmente hacia fuera con respecto a la torre o con respecto al rodamiento de acimut. Las perforaciones crean de esta manera en conjunto una hilera de orificios circular, alrededor de un centro común y esta hilera de orificios está fuera de la torre y/o fuera del rodamiento de acimut, con respecto a una dirección radial a esta altura de la torre. Esto también permite una disposición que ocupa poco espacio, en la que está previsto que los medios de ajuste se encuentren de forma radial en el exterior.

Según la invención se propone además un procedimiento para ajustar la posición acimutal de acuerdo con la reivindicación 14. Este procedimiento usa un dispositivo de ajuste de acuerdo con al menos una de las realizaciones descritas y/o usa un medio de ajuste como se describió anteriormente. El procedimiento comprende las etapas de

a) accionar al menos un primer medio de ajuste acoplado con la brida de orificios para que se produzca como resultado un movimiento giratorio entre la brida de orificios y el punto de anclaje y, por lo tanto, un ajuste del acimut de la góndola,

b) trasladar al menos un medio de ajuste adicional, en cada caso de una perforación a otra perforación de la brida del orificio,

c) accionar al menos un medio de ajuste adicional acoplado con la brida de orificios para que se produzca como resultado otro movimiento giratorio entre la brida de orificios y el punto de anclaje y, por lo tanto, un ajuste del acimut de la góndola,

d) trasladar al menos un primer medio de ajuste, en cada caso de una perforación a otra perforación de la brida del orificio y

e) repetir las etapas a) a d) hasta que la góndola haya alcanzado su posición acimutal deseada, o

f) de forma alternativa a las etapas b) y c) fijar la brida de orificios mediante al menos otro dispositivo de fijación, y

g) de forma alternativa a la etapa e) repetir las etapas a), f) a d) hasta que la góndola haya alcanzado su posición acimutal deseada...

Por lo tanto, se acciona un medio de ajuste que está enganchado en la brida de orificios. Esto da como resultado un movimiento giratorio entre la brida de orificios y el punto de anclaje y, por lo tanto, el ajuste del acimut. Básicamente, no importa si la brida de orificios está fija, es decir, conectada con la torre, y el punto de anclaje es movable, es decir, conectado con la góndola, o si la brida de orificios se puede mover con la góndola y el punto de anclaje está fijado

firmemente a la torre. El factor decisivo es que se logre un movimiento relativo para que la góndola pueda ajustarse en su posición acimutal.

- 5 Entonces o mientras tanto, se traslada otro medio de ajuste, que actualmente no está enganchado, en la brida del orificio. Estos traslados se realizan de manera que el medio de ajuste, concretamente su sección de agarre, se libera mediante la correspondiente liberación del pasador de fijación de la perforación correspondiente. La sección de agarre no está completamente liberada, sino solo de manera que quede liberada de la perforación correspondiente, pero que puede moverse de manera guiada a lo largo de la brida de orificios, concretamente a lo largo de un riel circular, una ranura circular o un medio de guía similar. La sección de agarre queda liberada a ese respecto y el
- 10 accionamiento de su actuador lineal hace que ahora se mueva a lo largo de la brida de orificios. Además o de forma alternativa, tiene lugar un desplazamiento a lo largo de la brida de orificios también porque otro medio de ajuste ajusta la góndola en su posición acimutal, es decir, porque hay un movimiento relativo entre la brida de orificios y los puntos de anclaje.
- 15 En cualquier caso, la sección de agarre se desplaza a lo largo de la brida de orificios y se fija en una nueva perforación. Al menos este medio de ajuste trasladado de esta manera ahora puede asumir la ejecución del movimiento giratorio. De esta manera, este medio de ajuste ejerce una fuerza sobre la brida de orificios a través de su actuador lineal y, por lo tanto, asume el ajuste de la posición acimutal.
- 20 Ahora puede trasladarse el medio de ajuste que inicialmente estaba enganchado y logró el cambio en la posición acimutal. Al cambiar, puede ser ventajoso cortocircuitar los circuitos hidráulicos de los actuadores lineales, si son hidráulicos, para mantener la fuerza reducida al empernar o desempernar.

En consecuencia, se repiten estas etapas, según las cuales un medio de ajuste está al menos enganchado y el otro

25 medio de ajuste se desplaza, y estos medios de ajuste después de un cambio parcial básicamente intercambian sus tareas.

De forma alternativa, sin embargo, podría estar previsto un ajuste con solo un medio de ajuste. Para este propósito, solo este medio de ajuste lograría el movimiento de la posición acimutal. Para el traslado, la brida de orificios debería

30 fijarse con respecto al punto de anclaje mediante un medio adicional. Tales medios adicionales podrían corresponder, por ejemplo, a un medio de ajuste con una sección de agarre, pero sin presentar un actuador lineal activo. Por lo tanto, básicamente, solo estaría presente la sección de agarre, que se fija mediante un pasador de fijación para trasladar el medio de ajuste y puede mantener la posición acimutal hasta que se haya trasladado el medio de ajuste.

35 Preferentemente, se acciona al menos uno de los actuadores lineales al menos cuando cada uno alcanza una nueva posición acimutal deseada de manera que genere una tensión. Este actuador lineal único, el medio de ajuste en cuestión, genera una fuerza contra otro medio de ajuste y, por lo tanto, puede impedir una ausencia de engranajes o un juego de engranajes, o análogamente un juego mínimo entre los pasadores de fijación y las perforaciones.

40 A continuación, se describe la invención a título de ejemplo y con referencia a las figuras anexas.

La Figura 1 muestra una turbina eólica en una vista en perspectiva.

45 La Figura 2 muestra de manera muy esquemática un dispositivo de ajuste según una primera realización.

La Figura 3 muestra un detalle de un dispositivo de ajuste según la invención en una vista en perspectiva de acuerdo con una segunda realización.

50 La Figura 4 muestra un detalle de un dispositivo de ajuste en una vista en perspectiva de acuerdo con una tercera realización.

La Figura 5 muestra de manera esquemática y en una vista en perspectiva una parte de una góndola de una turbina eólica con un dispositivo de ajuste de acuerdo con la tercera realización.

55 La Figura 6 muestra un detalle de una góndola según la Figura 5 en una vista en perspectiva desde abajo.

La Figura 1 muestra una turbina eólica 100 con una torre 102 y una góndola 104. En la góndola 104, está colocado un rotor 106 con tres palas de rotor 108 y un rotámetro 110. Durante el funcionamiento, el rotor 106 es puesto

60 movimiento giratorio por el viento y acciona de esta manera un generador en la góndola 104.

El dispositivo de ajuste 1 de la Figura 2 se muestra en ese caso de manera muy esquemática en una vista desde arriba y se muestra una brida de orificios 2 y cuatro medios de ajuste 4. La brida de orificios 2 presenta una pluralidad de perforaciones 6. La brida de orificios 2, según lo previsto, está conectada con la parte fija del rodamiento de acimut y el rodamiento de acimut puede crearse con especial preferencia como rodamiento de giro de bola. La brida de orificios puede presentar una abertura central de tamaño grande, a través de la cual también pueden entrar y salir personas para llegar desde la torre a la góndola que no se muestra aquí para mayor claridad.

Cada medio de ajuste 4 posa con una sección de agarre 8 sobre la brida de orificios 2 y puede estar fijado a una de las perforaciones 6 mediante un pasador de fijación. La sección de agarre 8 también se puede denominar "zapata" y la fijación mediante un pasador de fijación también puede denominarse "empernamiento", concretamente mediante un perno que se inserta axialmente en la perforación 6 correspondiente. La sección de agarre o zapata comprende un medio de empennamiento o una máquina de empennamiento, que puede realizar el empennamiento de manera autónoma si es posible.

De esta manera, cada medio de ajuste 4 presenta una sección de agarre 8, un actuador lineal 10 y una sección de anclaje 12. La sección de agarre 12 está unida al soporte de maquinaria de la góndola. Al accionar el actuador lineal 10 se puede ejercer una fuerza y un movimiento entre la sección de agarre 8 y la sección de anclaje 12. La sección de anclaje 12 se desplaza de esta manera con respecto a la sección de agarre 8. En la realización mostrada, la sección de anclaje 12 debe fijarse al soporte de maquinaria, y un accionamiento del actuador lineal 10 conduce de esta manera a un movimiento del soporte de maquinaria y, por lo tanto, de la góndola a través de la sección de anclaje 12. La brida de orificios 2 no se modifica y el medio de ajuste 10 se estruja a sí mismo a esta brida de orificios o se arrastra hacia la misma. Los desplazamientos posibles se representan mediante la flecha doble 14 como sentido del desplazamiento 14.

Si la sección de agarre 8 no está fijada a la brida de orificios 2 mediante empennamiento en una de las perforaciones 6, el sentido del movimiento 14 indicado hace que la sección de agarre 8 en la brida de orificios pueda desplazarse de hecho en el sentido de la fila de perforaciones 6. La sección de agarre 8 puede empennarse entonces en otra perforación 6.

En la figura 3 se ilustra una segunda realización de la brida de orificios 302 con una sección de agarre 308. La sección de agarre 308 comprende un medio de fijación 320 que puede mover un pasador de fijación en sentido axial, para introducirlo axialmente en una de las perforaciones 306. El medio de fijación 320 también se puede denominar unidad de atornillado. La Figura 3 muestra en un detalle que la brida de orificios 302

está fijada a una parte fija del rodamiento de acimut 322. Preferentemente, se recomienda para esta y para otras realizaciones un rodamiento de giro de bola como rodamiento de acimut. Si la sección de agarre 308, que también se puede denominar zapata 308, se emperna a la brida de orificios 302, es decir, se fija a una perforación 6, el actuador lineal 310 puede ejercer un movimiento entre la sección de agarre 308 y la sección de anclaje 312. De esta manera, el soporte de maquinaria 324, del cual solo se muestra un pequeño detalle en la Figura 3, se mueve con respecto a la brida de orificios (2) y, por lo tanto, también con respecto a la torre. Esta posibilidad de movimiento se indica con la flecha doble 314. La sección de anclaje 312 está unida al punto de anclaje 326, que está indicado en el intervalo debajo del soporte de maquinaria 324.

La Figura 4 muestra otra realización en la que la brida de orificios 402 también está colocada en una parte fija del rodamiento de acimut 422. La sección de agarre 408 se engancha alrededor de la brida de orificios 402 y puede fijarse mediante los medios de fijación 420 a una perforación 406 de la brida de orificios 402. Si no se fija la sección de agarre 408, es decir, si se pasa un perno o un pasador de fijación del medio de fijación 420, la sección de agarre 408 puede desplazarse a lo largo de la brida de orificios 402 a lo largo de las perforaciones 406. Para eso, se guía por la ranura circular 430, que de esta manera constituye una sección de guía circular 430. Para eso, la sección de agarre 408 puede tener un saliente o un perno de guía adecuado, que no se puede ver en la Figura 4 debido a la perspectiva.

Por lo demás, el medio de ajuste 404, que aquí solo se muestra parcialmente, comprende una unidad de accionamiento lineal 410 que, como en las otras realizaciones mostradas, está acoplada a la sección de agarre 408 o la zapata 408 a través de una conexión articulada 432. El accionamiento del actuador lineal 410 da como resultado un movimiento, concretamente un movimiento giratorio, del soporte de maquinaria 424, que aquí solamente se muestra en un detalle.

La diferencia esencial entre las realizaciones de la Figura 3 y la Figura 4 es probablemente el diámetro del actuador lineal.

La vista en perspectiva de una parte de un plano de góndola de una góndola de una turbina eólica según la Figura 5 ilustra un ahorro de espacio que se logra mediante la invención que se propone. La Figura 5 muestra un portador de maquinaria 524 cuyo uso previsto consiste en llevar el generador junto con el rotor a la brida del generador 536 que se muestra. Además, se muestra una sección de la torre 538 parcialmente cortada, sobre la cual está montado de forma giratoria el soporte de maquinaria 524. Al soporte de maquinaria 524 le rodea una plataforma de góndola inferior 540, en la que se indican armarios eléctricos 544 sobre un pedestal acimutal 542. Los ajustes de acimut anteriores mediante diversos accionamientos acimutales eléctricos, que se acoplan con un piñón en una corona dentada interna común, han necesitado estos dos pedestales acimutales 542 para los diversos accionamientos acimutales. El uso de los medios de ajuste propuestos junto con la brida de orificios ha creado, por tanto, este espacio como espacio adicional. En la Figura 5, solo se puede ver una parte de dos medios de fijación 420 del dispositivo de ajuste que ahora se propone. De esta manera, el dispositivo de ajuste también ahorra mucho espacio.

La Figura 6 muestra la plataforma de góndola 540 en una perspectiva desde abajo, de manera que también se pueden ver muchos más detalles del dispositivo de ajuste 401. Los cuatro medios de ajuste 404 pueden estar colocados debajo de la plataforma de la góndola 540, pero dentro de la góndola o dentro de un revestimiento de la góndola, y de esta manera no ocupan prácticamente ningún espacio relevante. Se pueden fijar con sus secciones de anclaje 412 al soporte de maquinaria y acoplarse con sus secciones de agarre 408 desde el exterior a la brida de orificios 402. Cualquier espacio interior en la torre 538, que para una mejor ilustración aquí solo se muestra como una sección parcial, permanece libre gracias al dispositivo de ajuste 401 que se propone.

Preferentemente, la brida de orificios se puede instalar como un disco, o como un anillo entre el rodamiento y la brida de la torre. En caso necesario, también se puede usar un rodamiento de acimut más pequeño que el que se usaría para una construcción del mismo tamaño.

A continuación, se describen algunos aspectos y ventajas adicionales de la presente invención que no se limita a las realizaciones. Con la solución que se propone se puede crear un ajuste del azimut sin frenos adicionales y sin una estructura dentada.

En particular, se puede evitar un desgaste de los dientes o incluso dientes rotos. Bajo ciertas circunstancias, dichos problemas pueden requerir mucho trabajo de reparación. Si es necesario, se debe desmontar toda la góndola, ya que los dientes individuales de una corona dentada no se pueden intercambiar, sino que debería reemplazarse la corona dentada completa.

La solución propuesta, que propone en particular, aunque no sea obligatorio, el uso de cilindros hidráulicos, permite prever un rodamiento de giro de bola con orificios, es decir, perforaciones en lugar de dientes. De esta manera, se puede crear un procesamiento sencillo. Entre el actuador lineal y la sección de agarre se puede prever una junta esférica. Pueden estar previstos materiales normales, en particular, acero sin tratamiento previo, al menos para la brida de orificios. Si es necesario, se pueden reforzar las perforaciones con un casquillo endurecido. Comparado con soluciones conocidas también se pueda lograr una reducción de las piezas necesarias, lo que reduce particularmente el mantenimiento.

Por tanto, se coloca una sección de agarre o zapata a un perno hidráulicamente extensible y replegable del cilindro hidráulico, pudiendo usarse un cilindro eléctrico en lugar de un sistema hidráulico. Esta zapata está conectada con el cilindro hidráulico y el cilindro hidráulico a su vez está conectado con el soporte de maquinaria o con el soporte acimutal. Preferentemente, están previstos cuatro cilindros hidráulicos, es decir, cuatro medios de ajuste, de manera que siempre dos pueden estar enganchados.

Por tanto, siempre dos cilindros empujan el sistema, es decir, la góndola, pudiendo estar previsto, por ejemplo, un desplazamiento de  $9^\circ$  por recorrido del cilindro.

Cuando los cilindros han alcanzado su posición final, se detienen. Los otros dos cilindros se atornillan entonces en los siguientes orificios, que se fijan allí mediante pasadores de fijación y los primeros dos cilindros, que acaban de empujar la planta, se desatornillan, es decir, se liberan de las perforaciones. Los segundos dos cilindros asumen el siguiente ajuste de azimut de  $9^\circ$ , para continuar con este ejemplo. Las respectivas secciones de agarre pueden empujarse varias perforaciones más, o las perforaciones pueden estar previstas de manera tan apretada que para la trayectoria máxima, en el ejemplo mencionado de  $9^\circ$ , están disponibles varias perforaciones, de manera que uno es flexible.

La disposición de los medios de ajuste en, dentro de o debajo de la góndola evita puntos de transmisión, en los que

el fluido hidráulico debe transmitirse a través de juntas giratorias hidráulicas. Sin embargo, el sistema propuesto también podría usarse para un ajuste de inclinación o incluso para un ajuste o al menos para fijar el rotor del generador.

5 Para el ajuste de acimut que se propone, dichas juntas giratorias precisamente no son necesarias y las líneas hidráulicas sustancialmente pueden entubarse de manera firme, posiblemente excepto mangueras muy cortas, por lo que se crearán con tuberías fijas. También es ventajoso que al menos sea necesario un menor esfuerzo de sincronización para el uso de cuatro medios de ajuste, cada uno con solo dos medios de ajuste en el enganche, en comparación con el uso de ocho o doce motores eléctricos para el ajuste.

10

Además, el dispositivo de ajuste también puede actuar y construirse de manera que se acople a la brida de la torre con sus zapatas o secciones de agarre.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de ajuste (1) para ajustar una posición acimutal de una góndola (104) de una turbina eólica (100) que comprende una brida de orificios (2) provista de perforaciones, y al menos un medio de ajuste (4) con
- 5 - una sección de agarre (8) para el acoplamiento en la brida de orificios (2),
- una sección de anclaje (12) para la fijación a un punto de anclaje (326) de la turbina eólica (100) y
- 10 - un actuador lineal (10) para ejercer un movimiento lineal entre la sección de agarre (8) y la sección de anclaje (12), en el que
- la brida de orificios (2) está conectada firmemente con la góndola (104) y el punto de anclaje (326) firmemente con una parte fija de la turbina eólica (100), o viceversa, y la góndola (104) relativa a esta parte fija de la turbina eólica
- 15 (100) está montada de forma giratoria, de manera que también la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326) puedan realizar un movimiento giratorio uno con respecto al otro, de manera que un movimiento lineal ejercido por el actuador lineal (10) entre la sección de agarre (8) y la sección de anclaje (12) provoca un movimiento giratorio entre la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326) y, por lo tanto, provoca un ajuste de acimut de la góndola (104), caracterizado porque la sección de agarre (8) presenta al menos un pasador de fijación para engancharse en una de
- 20 las perforaciones (6) de la brida de orificios (2) en cada caso, para fijar de esta manera la sección de agarre (8) a la brida de orificios de manera liberable.
2. Dispositivo de ajuste (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos un actuador lineal (10) está constituido como un actuador lineal hidráulico, en el que preferentemente el actuador lineal hidráulico (10)
- 25 está controlado por válvulas de control, a través de las cuales se suministra a un cilindro hidráulico, o se descarga de él, para lograr de esta manera el movimiento lineal entre la sección de agarre (8) y la sección de anclaje (12), en el que el cierre de las válvulas de control impide el movimiento lineal manteniendo de esta manera la góndola (104) en su posición acimutal actual, y/o porque el actuador lineal (10) es autobloqueante y el bloqueo del movimiento lineal se efectúa mediante el autobloqueo.
- 30 3. Dispositivo de ajuste (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la brida de orificios (2) presenta una sección de guía circular (430), en particular, un riel circular, una ranura circular (430) y/o un saliente circular, y la sección de agarre (8) presenta una sección de funcionamiento adaptada a la sección de guía circular (430) de la brida de orificios (2), para guiar la sección de agarre (8) con esta sección de funcionamiento en la sección
- 35 de guía circular (430), y/o porque las perforaciones (6) de la brida de orificios (2) están revestidas con casquillos endurecidos, particularmente para reducir el desgaste de las perforaciones (6).
4. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el actuador lineal (10) está provisto de un sistema de amortiguación, en particular, que un actuador lineal hidráulico
- 40 (10) o el accionamiento lineal hidráulico (10) presenta una abertura de desviación para proporcionarle al fluido hidráulico un desvío para lograr la amortiguación.
5. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque están previstos medios de ajuste (4) y el dispositivo de ajuste (1) está preparado para que, para ajustar la posición acimutal, en cada caso estén fijados 2 medios de ajuste (4) con sus secciones de agarre (8) en la brida de orificios
- 45 (2), mientras que los otros dos se trasladan con sus secciones de agarre (8) de una posición de orificio a otra.
6. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- 50 el dispositivo de ajuste (1) está preparado para que el actuador lineal (10) o al menos uno de los actuadores lineales (10) funcione de manera que se genere una tensión, al menos al alcanzar una nueva posición acimutal, evitando así un juego o una ausencia entre la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326).
7. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque
- 55 se proporciona un medio de medición para cada medio de ajuste (4) para llevar a cabo una medición de longitud de un cilindro de ajuste del medio de ajuste (4), para posicionar la sección de agarre del medio de agarre, para encontrar de esa manera una perforación de la brida de orificios para la fijación de la sección de agarre y/o para deducir una posición acimutal de la misma.
- 60 8. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las

perforaciones individuales (6) de la brida de orificios (2) y/o sus posiciones están identificadas para determinar la posición acimutal actual de la góndola (104).

9. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque  
5 existe una conexión de información para la transmisión de información entre los medios de ajuste (4), preferentemente a través de una unidad de control central para coordinar de esa manera el movimiento de los medios de ajuste (4).
10. Dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque  
10 cada sección de agarre (8) presenta al menos dos pasadores de fijación para enganchar en dos perforaciones (6), y/o la sección de agarre (8) se acopla alrededor de una circunferencia exterior de la brida de orificios y está colocada de forma desplazable a lo largo de esta circunferencia exterior, en particular, porque la sección de guía circular o una sección de guía circular (430) de la brida de orificios (2) está colocada en la circunferencia exterior de la brida de orificios (2) y/o entre las perforaciones (6) y la circunferencia exterior y/o porque se usa un rodamiento de acimut,  
15 que está constituido como un rodamiento de giro de bola.
11. Turbina eólica (100) que comprende una torre (102) y una góndola de turbina eólica (104) montada de forma giratoria sobre un rodamiento de acimut (322) en la torre (102), en la que para ajustar una posición acimutal de la góndola (104) se usa un dispositivo de ajuste (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.  
20
12. Turbina eólica (100) según la reivindicación 11, caracterizada porque la brida de orificios (2) en un eje de torre de la torre (102) y/o en el rodamiento de acimut (322) está fija y se extiende, en particular, desde allí radialmente hacia afuera y/o las perforaciones de la brida de orificios (2) con respecto a la torre (102) y/o relativos al rodamiento de acimut (322) están dispuestos radialmente hacia afuera y/o que el rodamiento de acimut está creado  
25 como un rodamiento de giro de bola.
13. Medios de ajuste (4) preparados para el uso en un dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 30 14. Procedimiento para ajustar una posición acimutal de una góndola (104) de una turbina eólica (100) con un dispositivo de ajuste (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y/o un medio de ajuste (4) según la reivindicación 13 que comprende las etapas de
- a) accionar al menos un primer medio de ajuste (4) acoplado con la brida de orificios (2) para que se produzca como  
35 resultado un movimiento giratorio entre la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326) y, por lo tanto, un ajuste del acimut de la góndola (104),
- b) trasladar al menos un medio de ajuste (4) adicional en cada caso de una perforación (6) a otra perforación (6) de la brida del orificio (2),  
40
- c) accionar al menos un medio de ajuste (4) adicional acoplado a la brida de orificios (2) para que se produzca como resultado otro movimiento giratorio entre la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326) y, por lo tanto, un ajuste del acimut de la góndola (104),
- 45 d) trasladar al menos un primer medio de ajuste (4) en cada caso de una perforación (6) a otra perforación (6) de la brida del orificio (2) y
- e) repetir las etapas a) a d) hasta que la góndola (104) haya alcanzado su posición acimutal deseada, o
- 50 f) de forma alternativa a las etapas b) y c) fijar la brida de orificios (2) mediante al menos otro dispositivo de fijación, y
- g) de forma alternativa a la etapa e) repetir las etapas a), f) a d) hasta que la góndola (104) haya alcanzado su posición acimutal deseada.
- 55 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque el actuador lineal (10) o al menos un actuador lineal (10) funciona de manera que al menos cuando se alcanza una nueva posición acimutal deseada, se genere una tensión, evitando así un juego o una ausencia entre la brida de orificios (2) y el punto de anclaje (326).

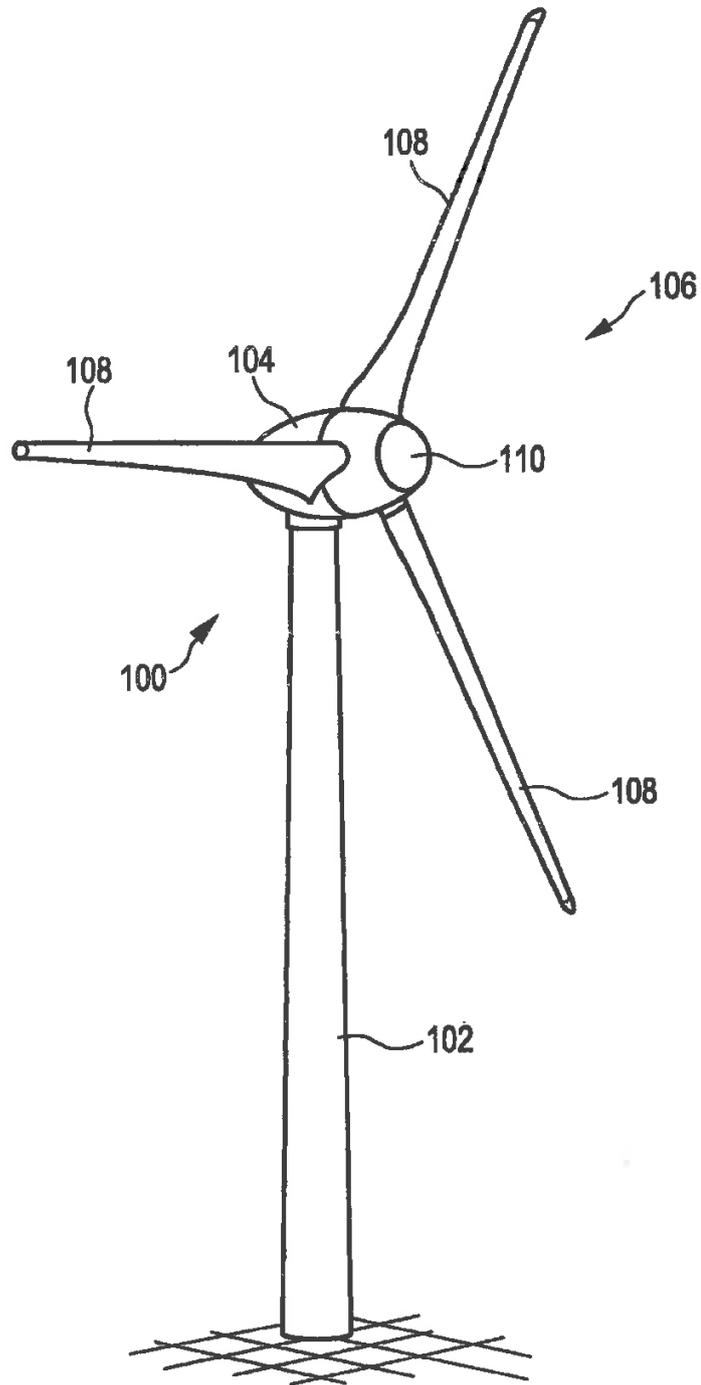


FIG. 1

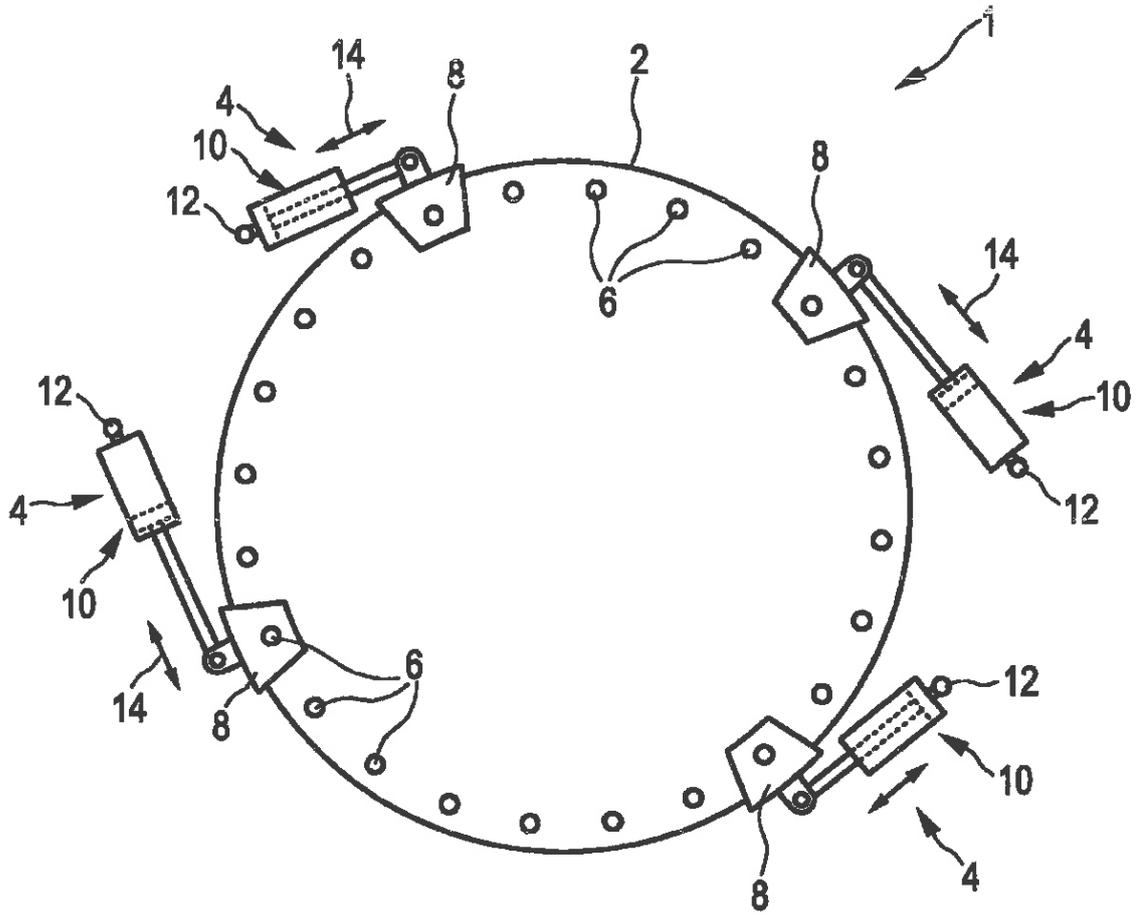


FIG. 2

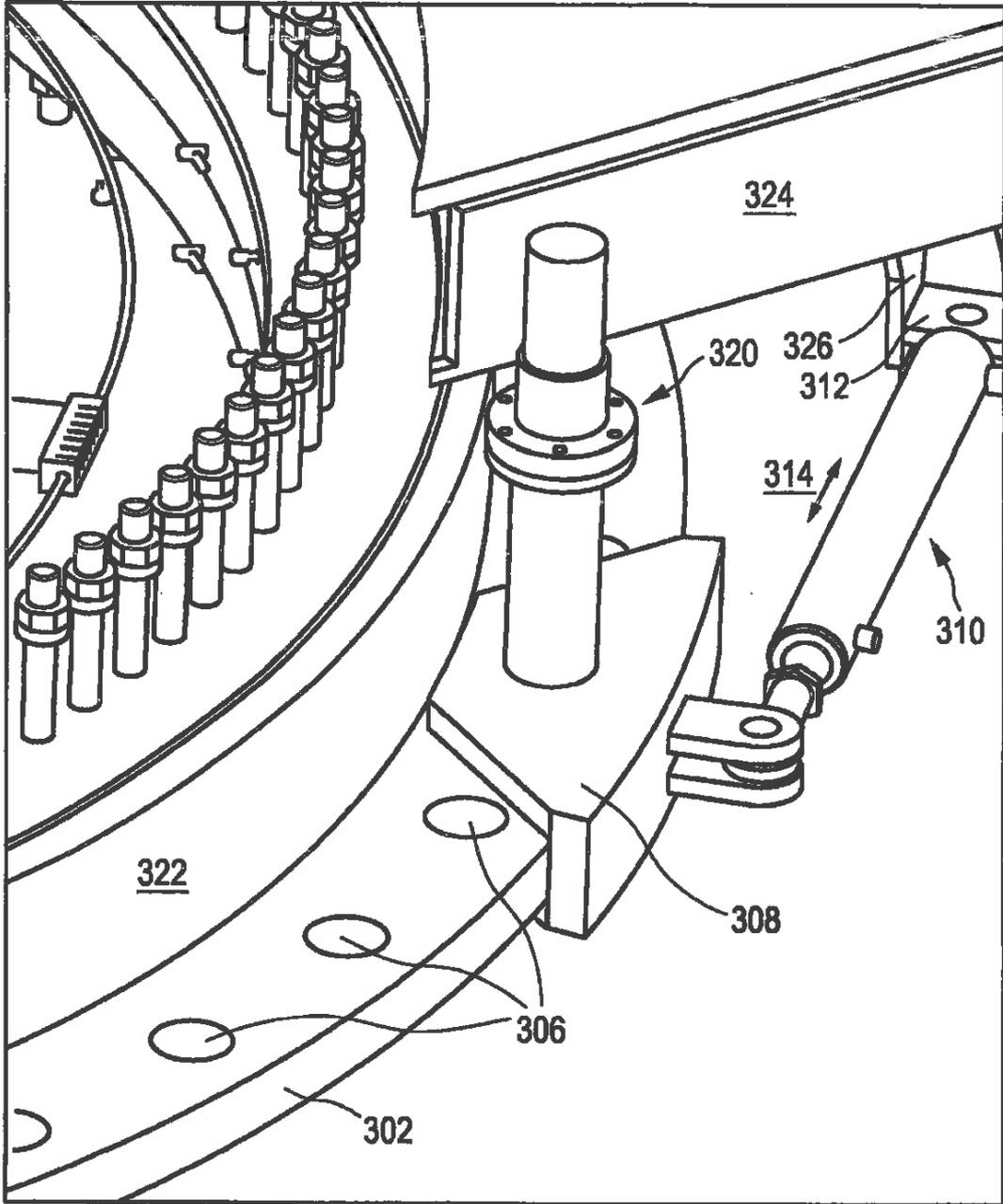


FIG. 3

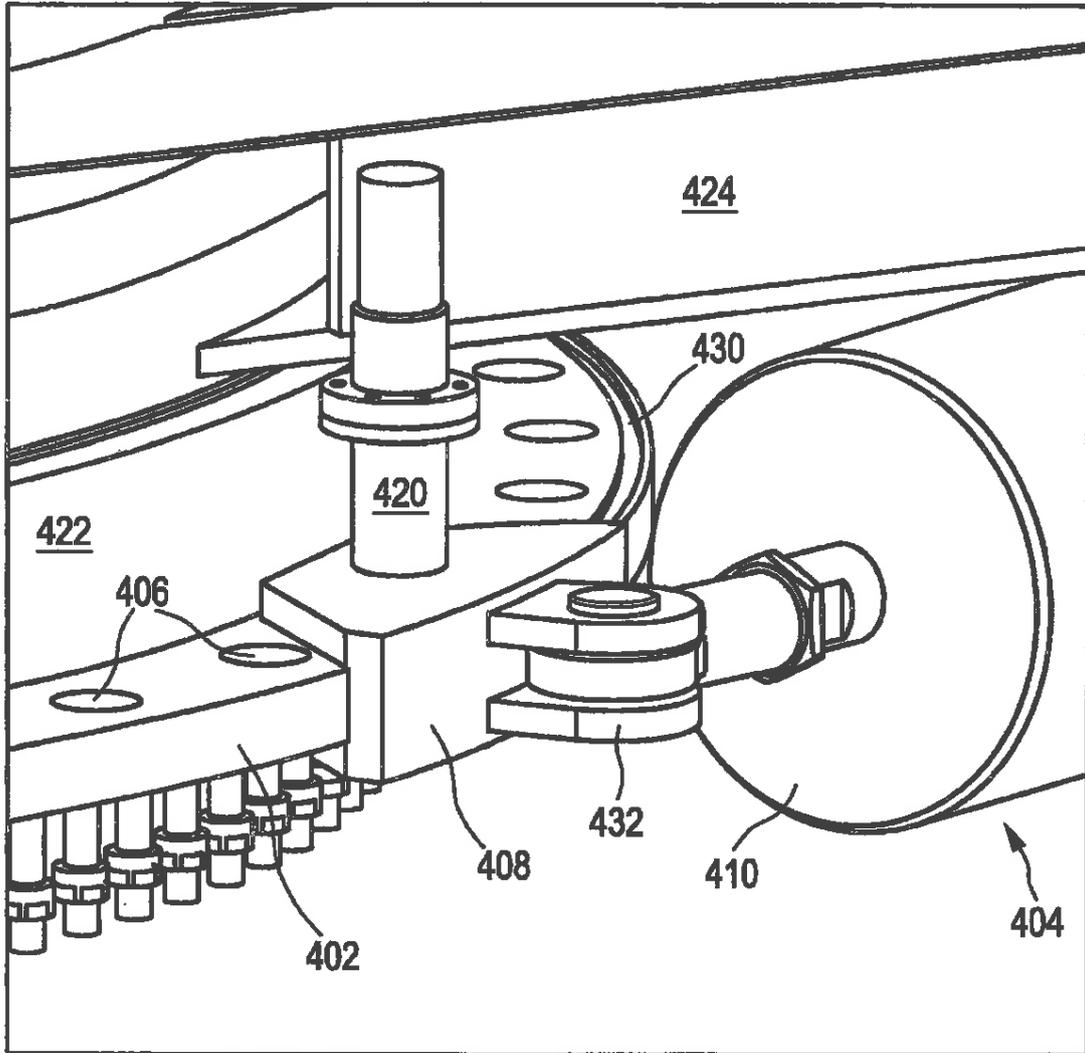


FIG. 4

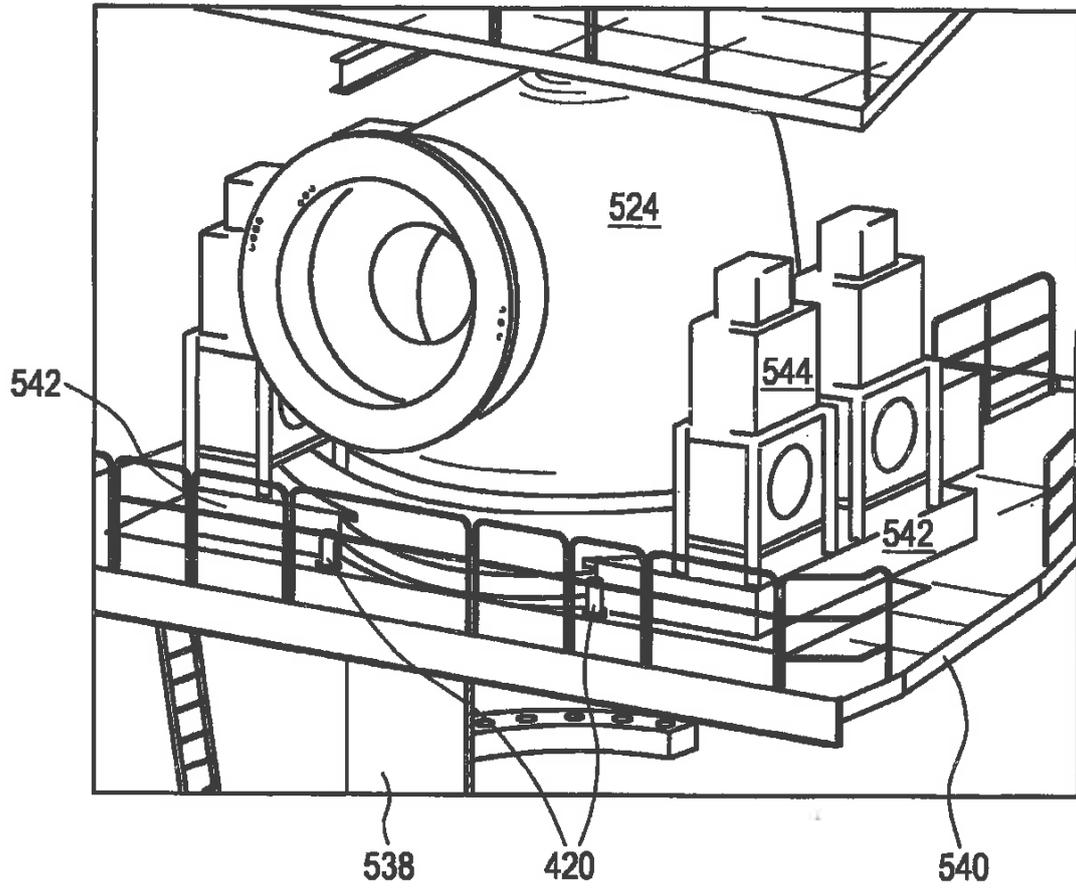


FIG. 5

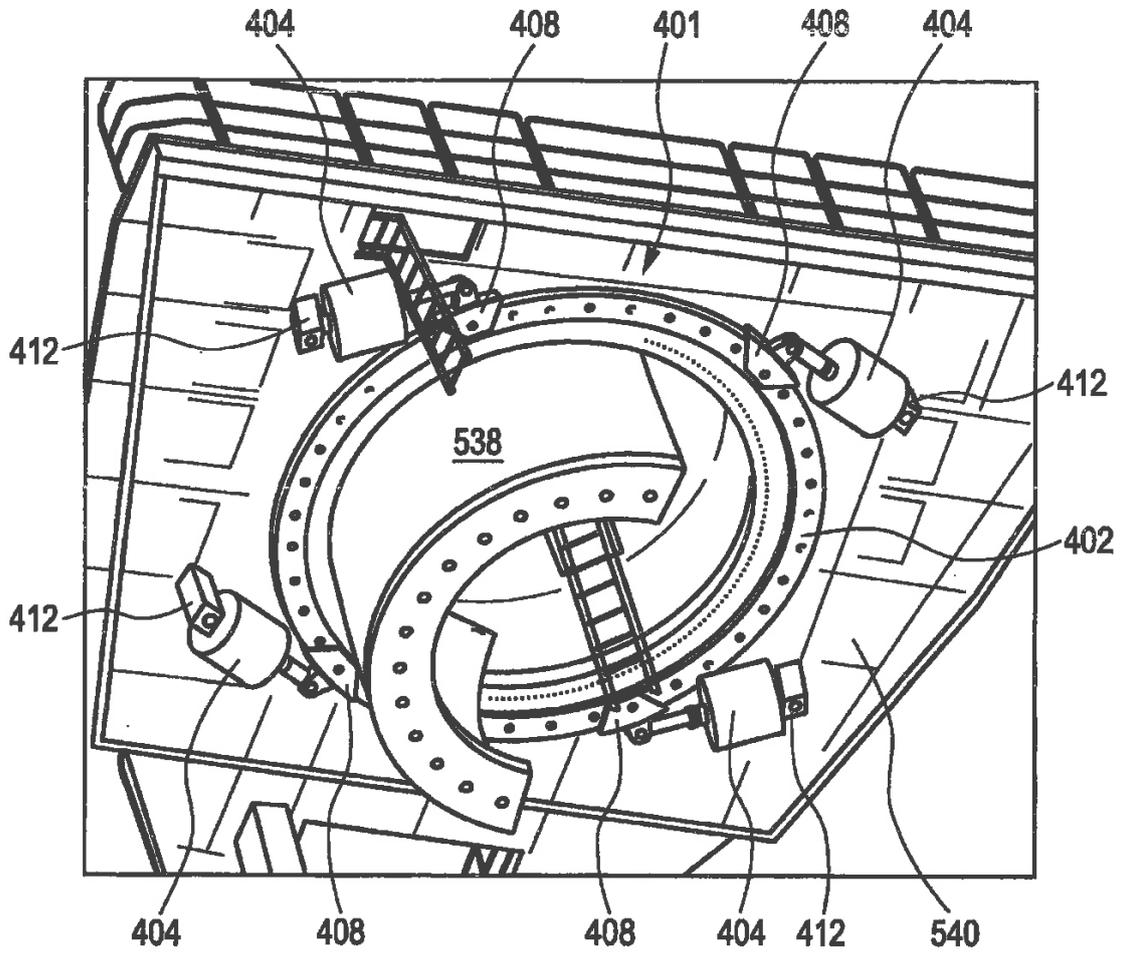


FIG. 6