

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 720**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2017** **E 17175154 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024** **EP 3412908**

54 Título: **Aerogenerador con sistema y procedimiento de montaje y funcionamiento de un aerogenerador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.09.2024

73 Titular/es:
NORDEX ENERGY SE & CO. KG (100.0%)
Langenhorner Chaussee 600
22419 Hamburg, DE

72 Inventor/es:
KABATZKE, WOLFGANG y
STAHL, JASMIN

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 978 720 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

Aerogenerador con sistema y procedimiento de montaje y funcionamiento de un aerogenerador

5 La invención se refiere a un aerogenerador, que comprende un sistema para un aerogenerador, en particular un sistema con el que se puede determinar una orientación de una góndola del aerogenerador. La invención también se refiere a un procedimiento para montar un sistema de este tipo y a un procedimiento para hacer funcionar un aerogenerador con un sistema de este tipo.

10 Los aerogeneradores se utilizan para convertir la energía eólica en energía eléctrica. Para maximizar el rendimiento de la energía eólica es necesario, por ejemplo, que el aerogenerador, también conocido como turbina eólica, tenga siempre la alineación óptima respecto a la dirección del viento. Las influencias ambientales, como casas o árboles cercanos, pueden provocar un aumento de las turbulencias en determinadas direcciones del viento. Por este motivo, al planificar un parque eólico se crean perfiles adecuados para evitar sobrecargas debidas a influencias ambientales. El llamado funcionamiento por sectores garantiza que la turbina sólo funcione a carga parcial o se desconecte por completo en determinadas orientaciones cardinales, por ejemplo. Para cumplir los requisitos legales de protección contra las emisiones, como la protección acústica o la protección contra el molesto parpadeo de las sombras, también se sabe que es posible limitar o desconectar la velocidad de giro de los aerogeneradores en función de su orientación. 15 Además, un control de este tipo también puede limitar los efectos perturbadores en los sistemas RADAR.

El documento US 2010/133828 A1 se refiere a un procedimiento de funcionamiento de un generador de turbina eólica que comprende determinar un momento de torsión dentro de un eje del rotor y/o modular una orientación de guiñada de un generador de turbina eólica y/o una orientación de paso de pala en función del momento de torsión determinado.

20 El documento US 2014/175795 A1 se refiere a la orientación de un aerogenerador flotante en función de la dirección del viento.

Es deseable divulgar un sistema para un aerogenerador que permita una determinación precisa de la orientación del aerogenerador. También es deseable proporcionar un procedimiento para montar el sistema. Además, es deseable divulgar un procedimiento para operar un aerogenerador que permita una determinación precisa de la orientación del aerogenerador. 25

La invención se define mediante las reivindicaciones, en las que la reivindicación 1 divulga un aerogenerador que comprende un sistema para determinar la orientación óptima del aerogenerador, y la reivindicación 8 divulga un procedimiento para instalar dicho sistema.

30 Según al menos una forma de realización, un sistema para una turbina eólica comprende dos sensores de proximidad binarios. Los sensores de proximidad están configurados cada uno para proporcionar una señal de sensor con una primera o una segunda información. El sistema tiene un codificador. El sistema tiene un dispositivo de control. Los sensores de proximidad y el codificador interactúan sin contacto. Cada uno de los sensores de proximidad está diseñado para proporcionar la señal del sensor con la primera información o la segunda información en función de una distancia entre el codificador y el sensor de proximidad respectivo. El dispositivo de control está configurado para determinar, en función de las señales de los sensores de proximidad, si el codificador está situado dentro de un sector de corrección especificado por medio de los sensores de proximidad. El dispositivo de control puede diseñarse preferiblemente como parte del dispositivo de control de la turbina eólica. El dispositivo de control se dispone preferentemente en la góndola del aerogenerador. 35

40 El sistema utiliza una técnica simple y robusta. Se utilizan sensores de proximidad binarios simples. En particular, esto permite prescindir de sensores ópticos o elementos similares, que pueden proporcionar datos inexactos o fallar durante el funcionamiento debido a la suciedad o al desgaste. Gracias al uso de componentes mecánicos sencillos, el sistema tiene una larga vida útil. Además, se consigue una probabilidad de fallo muy baja.

45 Por ejemplo, los dos sensores de proximidad emiten cada uno la señal con el segundo dato cuando el codificador se encuentra en las proximidades de los dos sensores de proximidad. Si el codificador está fuera de los campos de medición de los sensores de proximidad, la señal se proporciona con la primera información de que el codificador no está suficientemente cerca de los sensores de proximidad. Los dos sensores de proximidad no proporcionan ninguna otra información.

50 Si el codificador sólo está dispuesto en el campo de medida de uno de los sensores de proximidad y a una distancia mayor del otro de los sensores de proximidad, uno de los sensores de proximidad proporciona una señal de sensor con la segunda información y el otro de los sensores de proximidad proporciona una señal de sensor con la primera información. Esto permite vigilar la funcionalidad de los dos sensores de proximidad, como se explicará con más detalle a continuación.

55 Los dos sensores de proximidad binarios están diseñados cada uno como sensores de campo magnético, por ejemplo. Los sensores de campo magnético están diseñados para medir densidades de flujo magnético. Preferiblemente, los sensores de proximidad están diseñados como sensores inductivos, por ejemplo. Los sensores inductivos están diseñados respectivamente para medir un cambio en la inductancia. Para interactuar con los sensores binarios de

5 campo magnético, el codificador está hecho de un material magnético, por ejemplo, o es magnético al menos en secciones. Alternativa o adicionalmente, según las formas de realización, el codificador es eléctricamente conductor al menos en secciones o está hecho de un material eléctricamente conductor. De este modo, el codificador está diseñado para ser detectado por los sensores binarios de proximidad y para provocar una señal de sensor correspondiente por medio de su detección.

El uso de sensores binarios, que proporcionan una señal en cada estado, facilita la supervisión de la funcionalidad del sistema según la invención. Por lo tanto, el sistema es intrínsecamente seguro.

10 Por lo tanto, en general, se utilizan sensores de proximidad binarios sencillos y capaces de vigilarse de forma fiable. Otra ventaja es que los sensores binarios utilizados en el sistema según la invención están disponibles a bajo coste y con una esperanza de vida muy alta. Los diseños adecuados de los sensores de proximidad, por ejemplo, sensores cuadrados con un campo de activación centrado y conexión de tornillo múltiple, dan como resultado una conexión duradera y mecánicamente estable indisoluble durante el funcionamiento apropiado.

15 Según al menos una forma de realización, los sensores de proximidad están dispuestos a una distancia horizontal entre sí. En particular, los dos sensores de proximidad están fijados a una distancia el uno del otro, por ejemplo, en un soporte común. La distancia horizontal permite determinar la orientación de una góndola del aerogenerador durante el funcionamiento.

20 Según al menos una forma de realización, el codificador está diseñado como un conjunto y se extiende longitudinalmente de tal manera que el codificador en el estado funcional, por ejemplo, durante el funcionamiento, llega al menos desde un sensor de proximidad hasta el otro sensor de proximidad. Si el codificador se extiende a lo largo de un segmento circular en algunas zonas, el ángulo del punto central de este segmento circular es, por ejemplo, inferior a 180°, en particular inferior a 90°. De este modo, el codificador se extiende en particular a lo largo de una línea de conexión directa y corta entre los dos sensores de proximidad, en cuyo caso la línea de conexión es curva, por ejemplo.

25 De este modo, es posible que el codificador esté dispuesto a una distancia suficientemente pequeña de los dos sensores de proximidad al mismo tiempo para proporcionar, por ejemplo, la señal del sensor con la segunda información de ambos sensores de proximidad. Una realización que consiste en un subconjunto permite un montaje sencillo del sistema, en el que el codificador y los sensores están dispuestos de forma óptima entre sí y la señal del sensor con la segunda información es proporcionada de forma segura por ambos sensores.

30 Según la invención, un aerogenerador tiene un sistema según la solicitud según al menos una forma de realización. El aerogenerador tiene un dispositivo de bipedestación expandido longitudinalmente. El aerogenerador tiene una góndola montada giratoriamente en el dispositivo de bipedestación. En particular, el rotor, que puede ser puesto en rotación por el viento y que está conectado a un generador para convertir la energía rotacional en energía eléctrica, está montado en la góndola. La góndola del aerogenerador está conectada de forma giratoria al soporte a través de un sistema de acimut, como se conoce para los aerogeneradores de eje horizontal. El sistema de acimut tiene al menos un cojinete de acimut que comprende al menos un primer y un segundo anillo de cojinete, que están montados de forma giratoria entre sí, y un accionamiento de acimut. El primer anillo de cojinete está unido fijamente, por ejemplo, al dispositivo de bipedestación. El segundo anillo del cojinete se conecta fijamente a la góndola o a un portador de máquina dispuesto en la góndola.

40 El codificador está dispuesto en una posición fija en uno de la góndola y del dispositivo de bipedestación. Los dos sensores de proximidad están dispuestos en una posición fija en el otro de la góndola y el dispositivo de bipedestación. El codificador y los dos sensores de proximidad pueden girar entre sí junto con la góndola y el dispositivo de bipedestación. El codificador está dispuesto preferentemente en una posición fija en el dispositivo de bipedestación. Los dos sensores de proximidad están dispuestos preferentemente fijos a la góndola. Esto tiene la ventaja de permitir una transmisión sencilla de señales por cable entre los sensores y el dispositivo de control. Por ejemplo, el codificador está dispuesto en el primer anillo de cojinete del cojinete de acimut, mientras que los dos sensores binarios de proximidad están dispuestos en el segundo anillo de cojinete del sistema de acimut y, por lo tanto, pueden girar con la góndola en relación con el codificador.

45 Mediante el sistema es posible determinar la orientación de la góndola con respecto al dispositivo de bipedestación. Es posible determinar si la góndola está alineada de tal manera que el codificador está dispuesto lo suficientemente cerca de los dos sensores de proximidad para que proporcionen la señal con la segunda información. Por lo tanto, se puede determinar que la góndola con el codificador se encuentra dentro del sensor de corrección especificado. Si el codificador se coloca a una distancia mayor de los sensores de proximidad, es decir, se gira contra ellos, se puede determinar que la góndola está orientada fuera del sensor de corrección especificado. Dado que se conoce una dirección absoluta cardinal, en correspondencia a aquella donde están montados los dos sensores de proximidad en el dispositivo de bipedestación, también es posible determinar si la góndola está orientada en esta dirección o no.

50 Si la góndola se gira contra el dispositivo de bipedestación durante el funcionamiento del aerogenerador, pueden producirse errores. Por ejemplo, cuando se mueve la góndola a altas velocidades de viento, los accionamientos de acimut pueden no ser capaces de aplicar un suficiente par contrario para moverse a una nueva posición objetivo como

se pretendía. Si el par que actúa sobre la góndola o el rotor del sistema supera el contrapar de los accionamientos acimutales, puede producirse un deslizamiento. En este caso, el inversor que alimenta el accionamiento acimutal especificaría un ángulo real incorrecto. Dado que la alineación es siempre relativa al ángulo real, estos errores pueden continuar y sumarse. El sistema según la aplicación permite determinar si la góndola con su la orientación está dentro del sector de corrección.

Si el codificador y los sensores de proximidad están en armonía, puede corregirse el valor real del ángulo acimutal del aerogenerador. Los dos sensores de proximidad están dispuestos, por ejemplo, dentro del sector de corrección en el dispositivo de bipedestación.

Un procedimiento para montar un sistema según por lo menos una forma de realización en un aerogenerador según una forma de realización comprende proveer al aerogenerador de un dispositivo alargado de soporte y una góndola montada de modo giratorio en el dispositivo de bipedestación. En la góndola se determina la dirección cardinal. Por ejemplo, la dirección cardinal en la góndola se determina utilizando una brújula GPS. El codificador se coloca en una posición fija en la góndola o en el dispositivo de bipedestación. Los dos sensores de proximidad están colocados de forma fija en el otro de la góndola y el dispositivo de bipedestación. El codificador se dispone preferentemente en una posición fija en el dispositivo de bipedestación. Los dos sensores de proximidad están preferiblemente fijados a la góndola. Esto significa que el codificador y los dos sensores de proximidad pueden girar entre sí junto con la góndola y el dispositivo de bipedestación. Los dos sensores de proximidad se colocan en una posición fija con respecto a la góndola, por ejemplo, de modo que los dos sensores de proximidad puedan girar junto con la góndola con respecto al dispositivo de bipedestación y al codificador. El codificador está colocado en una posición fija en el dispositivo de bipedestación, por ejemplo. Un sector de corrección para la orientación del codificador se define en función de la dirección cardinal determinada y de la posición de los sensores de proximidad y del codificador.

Por ejemplo, cualquier dirección cardinal se mide y almacena cuando se monta el sistema. El codificador y los sensores de proximidad se montan en una posición que se desvía de la dirección cardinal medida. Además de la dirección cardinal medida, también se almacena la desviación de la ubicación de montaje del codificador y los sensores de proximidad de la dirección cardinal.

Según ejemplos de realización, la orientación de la góndola se determina a partir del eje de rotación aproximadamente horizontal del rotor o de un ángulo de rotación del sistema de acimut relativo a la dirección cardinal determinada. Por ejemplo, la dirección cardinal determinada es 145°, por lo que la dirección norte corresponde a 0°. El codificador y los dos sensores de proximidad se montan, por ejemplo, con una desviación conocida de -25° con respecto a la dirección cardinal determinada. Si en este ejemplo el codificador cubre los dos sensores de proximidad, la orientación de la góndola es por tanto de 120° con respecto a la dirección norte absoluta.

Sin embargo, si los dos sensores de proximidad y el codificador están cubiertos, se puede suponer por tanto que la góndola está alineada con el ángulo que se determinó durante la calibración con respecto al norte, opcionalmente teniendo en cuenta una desviación de la ubicación de montaje que también se determinó durante la calibración. Por lo tanto, el sector de corrección se define en relación con la orientación cardinal absoluta cuando se montan los sensores de proximidad y el codificador.

Debido al montaje del codificador y de los sensores de proximidad en una posición conocida con respecto a la dirección cardinal determinada, se conoce la orientación con respecto a la dirección cardinal y a las orientaciones cardinales absolutos del sector de corrección. La dirección cardinal determinada se almacena en el dispositivo de control, por ejemplo, para que durante el funcionamiento posterior del aerogenerador sea posible determinar la dirección cardinal en la que se orienta la góndola cuando el codificador se encuentra dentro del sector de corrección. Durante el montaje, la orientación de los sensores de proximidad y del codificador se determina una vez. Por ejemplo, los sensores de proximidad y el codificador se fijan primero al aerogenerador de forma que el codificador se encuentre dentro de los campos de medición de los dos sensores de proximidad. A continuación, se determina la dirección cardinal en la que están orientados el codificador y los sensores de proximidad.

Alternativamente, se determina primero una dirección cardinal, por ejemplo, el norte u otra dirección cardinal, de modo que el codificador y los sensores de proximidad puedan montarse en una posición adecuada en relación con esta dirección cardinal.

Cuando el codificador y los dos sensores de proximidad están posicionados de tal manera que cada uno corresponde a la dirección cardinal determinada, el sector de corrección se define de tal manera que el sector de corrección incluye la dirección cardinal. En particular, la dirección cardinal determinada define el centro del sector de corrección. Según al menos una forma de realización, la dirección cardinal determinada y el sector de corrección se almacenan cada uno en el dispositivo de control.

Según al menos una forma de realización, se determina una desviación de la dirección cardinal determinada con respecto a una dirección cardinal absoluta predeterminada. La dirección cardinal absoluta predeterminada es, por ejemplo, el norte. La desviación determinada y el sector de corrección se almacenan cada uno en el dispositivo de control del aerogenerador. De este modo, es posible convertir el sector de corrección en la dirección absoluta cardinal.

Un procedimiento para hacer funcionar un aerogenerador según al menos una forma de realización comprende determinar si el codificador está situado en el sector de corrección. Si el codificador está situado en el sector de corrección, se determina un valor objetivo para una orientación del codificador en función de una dirección cardinal almacenada. La dirección cardinal almacenada se guardó en el dispositivo de control, por ejemplo, durante el montaje del codificador y los sensores de proximidad. Se determina un valor de un sensor de posición acimutal del aerogenerador. El sensor de posición acimutal proporciona un valor para la orientación de la góndola, por ejemplo. Se determina una diferencia entre el valor objetivo y el valor determinado. Si la diferencia determinada es superior a un valor de tolerancia especificado, se determina un valor de corrección para el sensor de posición acimutal en función del valor objetivo. Se supone que la góndola está orientada de forma fiable en una dirección cardinal conocida cuando el codificador está situado en el sector de corrección. Si el valor del codificador de posición acimutal no coincide con el valor objetivo con suficiente precisión, el codificador de posición acimutal se corrige en consecuencia. De este modo puede determinarse y corregirse un error del codificador de posición acimutal, por ejemplo, un desplazamiento angular.

En particular, se determina que el codificador se encuentra en el sector de corrección si ambos sensores de proximidad proporcionan a la señal del sensor la segunda información de que el codificador se encuentra en las proximidades del sensor de proximidad respectivo, es decir, dentro del campo de medición de los dos sensores de proximidad.

Según al menos una forma de realización, el procedimiento para hacer funcionar el aerogenerador comprende girar la góndola con respecto al dispositivo de bipedestación al menos 360°. Se emite una señal de error si, durante la rotación, ambos sensores de proximidad no proporcionan respectivamente a la señal del sensor la segunda información de que el codificador se encuentra en las proximidades del sensor de proximidad respectivo al menos una vez. Esto permite comprobar de forma sencilla y fiable la funcionalidad de los sensores de proximidad. Por ejemplo, la góndola se gira convencionalmente al menos 360° para desenrollar los cables que conectan la góndola a la red eléctrica. La funcionalidad de los sensores de proximidad puede controlarse durante este proceso de desenrollado de cables.

Otras ventajas, características y otras realizaciones resultan de los siguientes ejemplos explicados en conjunción con las figuras.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un ejemplo de realización,

La Figura 2 muestra una representación esquemática de un sistema según un ejemplo de realización,

La Figura 3 muestra una representación esquemática del sistema según un ejemplo de realización,

La figura 4 muestra una representación esquemática del sistema según un ejemplo de realización,

La figura 5 muestra una representación esquemática de los sensores de proximidad según un ejemplo de realización, y

La Figura 6 muestra una representación esquemática de una evaluación de señales de sensor según un ejemplo de realización.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un aerogenerador según un ejemplo de realización. El aerogenerador 100 tiene un dispositivo de bipedestación 111 que se extiende longitudinalmente a lo largo de una dirección Z. El dispositivo de bipedestación está fijado a un sustrato. El dispositivo 111 es, por ejemplo, una torre que está diseñada, por ejemplo, como una torre de acero tubular, de hormigón pretensado, entramado o torre sándwich.

Una góndola 112 está dispuesta en un extremo del dispositivo de bipedestación 111 opuesto al sustrato. La góndola es giratoria con respecto al dispositivo de bipedestación 111 alrededor de un eje de rotación que está en la misma dirección que el eje Z.

La góndola 112 tiene, por ejemplo, un generador que está acoplado a un rotor 110 a través de un eje de rotor (no mostrado). El rotor tiene, por ejemplo, una o más palas de rotor 116, que están dispuestas sobre un cubo de rotor 127. Durante el funcionamiento, el rotor 110 es puesto en rotación por el viento y esta rotación se transmite a través del eje del rotor al generador, que convierte la energía cinética del rotor en energía eléctrica.

En la góndola 112 está dispuesto un codificador de posición acimutal 115. El codificador de posición acimutal está dispuesto para determinar un valor de una orientación 117 de la góndola 112. En particular, la orientación 117 es una dirección cardinal dentro del plano YX de la figura 1.

La góndola comprende además un dispositivo de control 105. Según otros ejemplos de realización, el dispositivo de control 105 no está dispuesto dentro de la góndola 112, sino en el dispositivo de bipedestación 111. El codificador de posición acimutal 115 y el dispositivo de control 105 están acoplados entre sí mediante tecnología de señalización.

El aerogenerador 100 también tiene un sistema 101.

El sistema 101 sirve para determinar si la góndola 112 está alineada dentro de un sector de corrección predeterminado 108 (figura 3) o no. El sistema 101 y el dispositivo de control también están acoplados entre sí en términos de tecnología de señalización.

ES 2 978 720 T3

La figura 2 muestra esquemáticamente el sistema 101 según una forma de realización. El sistema 101 tiene dos sensores de proximidad binarios 102 y 103. El sistema 101 también tiene un codificador 104.

5 En el estado listo para funcionar, los dos sensores de proximidad 102 y 103 están conectados a un componente no giratorio del aerogenerador 100 según ejemplos de realización, por ejemplo, al soporte 111. El codificador 104 está dispuesto en un componente giratorio del aerogenerador 110, por ejemplo, la góndola 112.

Según ejemplos de realización preferidos (no mostrados), el codificador 104 está dispuesto en una posición fija en el dispositivo de bipedestación 111 y los sensores de proximidad 102 y 103 están conectados a la góndola 112.

10 Por ejemplo, si los sensores de proximidad 102 y 103 son fijos y están conectados al dispositivo de bipedestación 111, el dispositivo de control 105 también se aloja en particular en el dispositivo de bipedestación 111. Alternativamente, la señal puede transmitirse a través de un contacto por rozamiento. También es posible una conexión inalámbrica, pero es comparativamente compleja.

15 En el contexto de la presente solicitud es posible intercambiar entre sí la disposición de los sensores de proximidad 102 y 103 y del codificador 104 en cada caso en el dispositivo de bipedestación 111 y en la góndola 112. En particular, esto se considera técnicamente equivalente. No obstante, en función de la ubicación del dispositivo de mando 105, pueden surgir diferentes ventajas a la hora de establecer la conexión de señalización con el codificador 104 y/o los sensores de proximidad 102 y 103.

20 Los sensores de proximidad 102 y 103 son respectivamente sensores binarios. Por consiguiente, sólo registran si el codificador 104 está más cerca o no de los respectivos sensores de proximidad 102 y 103 que un valor umbral. El valor umbral especifica un campo de medición de los sensores de proximidad 102 y 103 respectivos. El valor umbral también puede denominarse distancia. En particular, los sensores de proximidad están diseñados como interruptores de proximidad inductivos. Alternativa o adicionalmente, los sensores de proximidad están diseñados como sensores de campo magnético. El codificador 104 está diseñado de manera correspondiente para que pueda conmutar los sensores de proximidad. Por consiguiente, el codificador 104 tiene un material eléctricamente conductor, por ejemplo, un metal, al menos en secciones. Para poder activar también los sensores de campo magnético, el codificador 104 dispone, por ejemplo, de dos imanes permanentes.

En el estado listo para funcionar, los dos sensores de proximidad 102 y 103 están dispuestos a una distancia horizontal 109 uno del otro. Por lo tanto, dependiendo de la orientación de la góndola 112 con respecto al dispositivo de bipedestación 111, es posible activar ambos sensores de proximidad 102 y 103 o sólo uno de los sensores de proximidad 102 y 103.

30 El codificador 104 tiene una extensión longitudinal 110 al menos en su lado orientado hacia los sensores de proximidad 102 y 103. Esta extensión es al menos lo suficientemente larga para que el codificador 104 pueda disponerse simultáneamente en ambos campos de medición de los dos sensores de proximidad 102 y 103.

35 Cuando se monta el sistema 101, se determina una dirección cardinal 113. Por ejemplo, la dirección cardinal 113 corresponde a una dirección cardinal absoluta 118, por ejemplo, el norte. Según otras realizaciones, la dirección cardinal 113 se desvía de la dirección cardinal absoluta 118. La desviación se determina durante el montaje. La dirección cardinal 113 se determina utilizando, por ejemplo, una brújula GPS. Por ejemplo, la brújula GPS se monta en la góndola 102 y se bloquea de modo que ya no pueda girar con respecto a la góndola 112. La antena de la brújula GPS apunta, por ejemplo, en la dirección del centro del cubo del rotor 127, determinando así una dirección cardinal entre el eje de rotación de la góndola 112 y el centro del cubo del rotor 127.

40 Un portador de sensor 119 (figura 5) con los dos sensores de proximidad 102 y 103 está montado en una posición 114 que corresponde a la dirección cardinal 113. En particular, la dirección cardinal 113 está centrada entre los dos sensores de proximidad 102 y 103.

Por ejemplo, el portador 119 se fija mediante tornillos. Por ejemplo, los tornillos se aprietan inicialmente sólo hasta tal punto que pueden aflojarse fácilmente para mover ligeramente el portador de sensor en caso dado.

45 El codificador 104 para sombrear los dos sensores de proximidad 102 y 103 también está montado en la posición 114, que corresponde a la dirección cardinal 113. En particular, la dirección cardinal 113 pasa por el centro de la extensión longitudinal 110. El codificador 104 se fija mediante tornillos, por ejemplo. Los tornillos se aprietan inicialmente, por ejemplo, sólo tan fuerte que puedan aflojarse fácilmente de nuevo para mover el codificador 104 dentro de unos límites pequeños.

50 Tan pronto como los sensores de proximidad 102 y 103 y el codificador 104 estén dispuestos exactamente en la posición 114 de modo que coincidan con la dirección cardinal 113 de la brújula GPS, los tornillos se aprietan y bloquean respectivamente. Se tiene cuidado de que ambos sensores de proximidad 102 y 103 determinen la proximidad del codificador 104 y emitan una señal correspondiente.

La dirección cardinal 113 se almacena entonces en el dispositivo de control 105, por ejemplo. Alternativa o adicionalmente, se almacena una desviación de la dirección absoluta cardinal 118 que tienen los sensores 102 y 103 y el codificador 104.

5 La figura 3 muestra el sistema 101 durante el funcionamiento del aerogenerador 100. Los dos sensores de proximidad 102 y 103 especifican el sector de corrección 108. Si el codificador 104 tiene una distancia 107 suficientemente pequeña con respecto a los dos sensores 102 y 103, el codificador 104 está dispuesto dentro del sector de corrección 108. Si la distancia 107 a al menos uno de los dos sensores de proximidad 102 y 103 es mayor que el valor umbral, el codificador 104 se dispone fuera del sector de corrección, como se muestra en la figura 4. Aquí, la distancia entre el codificador 104 y el sensor de proximidad 102 es tan grande que el sensor de proximidad ya no es detectado por el
10 codificador 104 y, en consecuencia, no proporciona la señal de que el sensor de proximidad 102 se encuentra en las proximidades del codificador 104.

Por medio de los sensores de proximidad 102 y 103 y el codificador 104 puede determinarse, por lo tanto, si el codificador 104, y con este la góndola 112, está alineado dentro del sector de corrección 108 o no. Si el codificador 104 está alineado dentro del sector de corrección 108, también se sabe que el codificador 104 o la góndola 112 están
15 alineados al menos dentro de tolerancias predeterminadas en la dirección del dirección cardinal 113.

Al recorrer la alineación a lo largo de la dirección cardinal 113 se alcanza la condición de que ambos sensores de proximidad 102 y 103 están ensombrecidos por la veleta metálica 104 (Figura 3). Debido a los valores umbral y al campo de medición resultante, el ensombrecimiento también funciona dentro de los límites de tolerancia de +/- 2 % o menos, por ejemplo.

20 Si la alineación de la góndola 112 y el codificador 104 está fuera de los límites de tolerancia, la góndola 112 tampoco está alineada a lo largo de la dirección cardinal 113 (figura 4).

La distinción de si el codificador 104 está o no dentro del sector de corrección 108 permite controlar los valores del codificador de posición acimutal 115. Si ambos sensores de proximidad 102 y 103 detectan el codificador 104 (figura 3), se sabe que el codificador 104 está alineado en la dirección cardinal 113 +/- la tolerancia. Este valor objetivo se
25 compara con el valor determinado del codificador de posición acimutal 115. Si el valor del codificador de posición acimutal 115 no coincide con el valor objetivo, el codificador de posición acimutal 115 es inexacto y puede recalibrarse utilizando el valor objetivo en función de la dirección cardinal 113. Dicha corrección puede realizarse continuamente durante el funcionamiento del aerogenerador tan pronto como se alcance dicha alineación.

Debido al uso de dos sensores de proximidad binarios 102 y 103, es posible comprobar la funcionalidad de los
30 sensores de proximidad 102 y 103. Esto se explica a continuación en el ejemplo de la figura 6.

Se proporciona una señal portadora a través de una entrada 122.

Los dos sensores de proximidad 102 y 103 están diseñados respectivamente para ser intrínsecamente seguros y son supervisados por un sistema de supervisión de sensores 128 y 129 con respecto a la rotura de cables y cortocircuitos. Tales errores del sensor conducen a la activación de la supervisión del sensor 128 y/o 129 con un mensaje al
35 dispositivo de control 105 a través de una salida de error 125. Las señales de los sensores de proximidad binarios 102 y 103 se conmutan cada una a una lógica de evaluación relacionada con la seguridad 120 y 121, que tiene tres funciones binarias o consta de tres funciones binarias.

La lógica Y 120 conduce a un resultado "verdadero" si ambos sensores no informan de ningún error y ambas señales de los sensores de proximidad 102 y 103 proporcionan un resultado "verdadero", es decir, que el codificador 104 se encuentra dentro de los respectivos campos de medición de los sensores de proximidad 102 y 103. En consecuencia,
40 el resultado global "verdadero" se emite en la primera salida 123.

El XOR lógico 121 conduce a un resultado "verdadero" si sólo uno de los dos sensores de proximidad 102 o 103 informa de un error o suministra una señal falsa. En este caso, el codificador 104 está dentro del campo de medición de un sensor de proximidad, por ejemplo 103, y fuera del campo de medición del otro sensor de proximidad, por ejemplo 102, como se muestra, por ejemplo, en la figura 4. Esto significa que la lógica para detectar la alineación dentro del sector de corrección 108, con su expresión, está inicialmente al menos en un rango incierto, ya que no se
45 identifica si el sensor de proximidad 102 está defectuoso o el codificador está fuera del campo de medición. El resultado global en la segunda salida 124 es "verdadero".

Si el sistema 101 es defectuoso, una tercera salida 126 es conmutada al nivel de señal "falso" por los dos dispositivos de vigilancia de sensor 128 y 129. Este comportamiento de conmutación es un comportamiento de conmutación definido para los dispositivos de vigilancia 128 y 129.

El comportamiento global del sistema 101 puede considerarse seguro si se dan los siguientes parámetros límite.

Cada uno de los sensores 102 y 103 está orientado en términos de seguridad, por ejemplo, según un nivel de integridad de seguridad predeterminado y/o un nivel de rendimiento. La evaluación de las señales según los sistemas de
55 vigilancia de sensores 128 y 129 también está orientada a la seguridad, por ejemplo, según el nivel de integridad de

la seguridad y/o el nivel de rendimiento. La fijación mecánica de los dos sensores de proximidad 102 y 103 se realiza después de un procedimiento primario de calibración y ajuste de tal manera que la fijación mecánica no pueda aflojarse por sí misma. La fijación mecánica del codificador 104 después de un proceso de calibración y ajuste primario es tal que la fijación mecánica no puede aflojarse por sí misma.

5 Durante el funcionamiento pueden darse al menos cinco casos, que pueden ser determinados y analizados por el dispositivo de control 105:

Ambos sensores no están defectuosos y proporcionan un "verdadero". Entonces el codificador 104 se alinea dentro del sector de corrección 108.

10 Ambos sensores no están defectuosos, sólo uno entrega un "verdadero". En este caso, el codificador 104 está parcialmente posicionado fuera del sector de corrección, como se muestra en la Figura 4, por ejemplo.

Un sensor es defectuoso, el otro proporciona un "verdadero".

Ambos sensores no están defectuosos, ambos proporcionan un "falso". En este caso, el codificador 104 está alineado completamente fuera del sector de corrección 108.

Uno o ambos sensores de proximidad 102 y 103 son defectuosos, ambos proporcionan un "falso".

15 Si uno o ambos sensores de proximidad 102 y 103 están defectuosos o funcionan según lo previsto se determina, por ejemplo, de la siguiente manera. Se realiza una rotación completa de la góndola 112 de al menos 360°. Como resultado, el codificador 104 recorre la dirección cardinal 113 al menos una vez. Si durante la rotación de 360° sólo uno o ninguno de los sensores de proximidad 102 y 103 conmuta y detecta el codificador 104, entonces ambos sensores de proximidad 102 y 103 están defectuosos o bien el sensor de proximidad que no conmuta está defectuoso.
20 La rotación completa se realiza, por ejemplo, a intervalos regulares de siete días o más o menos. La rotación completa se puede realizar simultáneamente con rotaciones realizadas convencionalmente, como un recorrido de desenrollado del cable, por ejemplo.

También puede ser realizada a intervalos regulares la corrección del codificador de posición acimutal 115 ajustándolo al valor objetivo cuando ambos sensores de proximidad 102 y 103 son conmutados durante la operación en curso. De este modo, el codificador de posición acimutal 115 se ajusta regularmente a la alineación correcta. De este modo, son posibles tolerancias muy pequeñas de menos de 10°, en particular menos de 2°, en la alineación de la góndola 112.
25

Debido a la alineación muy precisa de la góndola 102 se pueden cumplir de forma fiable los requisitos legales en particular, por ejemplo, los relativos al nivel de ruido o a la sombra sobre zonas habitadas. El codificador de posición acimutal 115, que no funciona con suficiente fiabilidad, se amplía mediante el sistema 101 y, de este modo, se ajusta regularmente al valor correcto. De este modo se corrigen de forma fiable los saltos del codificador de posición acimutal 115 o la omisión de las levas de medición. De este modo, la posición acimutal, es decir, la alineación de la góndola 112, es determinada de forma fiable por el dispositivo de control 105. Los dos sensores de proximidad 102 y 103 están conectados al dispositivo de control 105 mediante tecnología de señalización. Por ejemplo, el dispositivo de control 105 tiene una interfaz de comunicación directa para una brújula GPS, que puede conectarse a él para configurar el sistema.
30
35

Según ejemplos de realización, la distancia 109 de los dos sensores de proximidad 102 y 103 se define como la distancia nominal según la extensión longitudinal 110 del codificador 104, que cubre completamente los dos sensores de proximidad 102 y 103. Por ejemplo, en esta disposición, la distancia 109 no debe ser inferior a tres veces el diámetro del campo de medición respectivo de los sensores de proximidad 102 y 103 para permitir una diferenciación fiable entre la cobertura de un sensor de proximidad 102, 103 o de ambos sensores de proximidad 102 y 103 y la no cobertura de los sensores de proximidad 102 y 103.
40

Los sensores de proximidad operan con una ventana de tolerancia en el caso de inmersión lateral tal como la torsión de la góndola 112. La tolerancia resulta del modo de operación de los sensores de proximidad. La tolerancia resulta del modo de funcionamiento de los sensores de proximidad 102 y 103, puesto que éstos ya conmutan aproximadamente al 80 % de la cobertura de la superficie del sensor. Así pues, el campo de detección se amplía con el margen de tolerancia, como se muestra en la figura 3. Dado que se utilizan dos sensores de proximidad 102 y 103, el factor de tolerancia se tiene en cuenta dos veces para determinar el sector de corrección 108.
45

Según un ejemplo de realización, también se emite una señal de error de que uno de los sensores de proximidad 102 y 103 es defectuoso cuando el codificador de posición acimutal 115 determina la alineación en la dirección cardinal 113, pero sólo uno de los sensores de proximidad 102 y 103 proporciona el valor "verdadero". En tal caso, el aerogenerador 100 debe volver a medirse y ajustarse durante un próximo mantenimiento, por ejemplo. Si el sistema 101 funciona correctamente y se sustituye el codificador de posición acimutal 115, es posible ajustar el nuevo codificador de posición acimutal 115 mediante un recorrido de referencia, que proporciona al codificador de posición acimutal 115 la dirección cardinal 113 como referencia. En consecuencia, el codificador de posición acimutal 115 puede sustituirse sin necesidad de volver a utilizar un sistema de brújula GPS. Cuando se sustituyen componentes mecánicos de gran tamaño, como la góndola, el anillo de acimut y/o el accionamiento de acimut, puede ser necesario
50
55

reiniciar una medición de referencia utilizando una brújula GPS y restablecer los sensores de proximidad 102 y 103. De este modo, el sistema 101 permite reducir el número de servicios para los que debe volver a determinarse la alineación utilizando la brújula GPS.

- 5 Con el sistema 101 es posible operar el aerogenerador 100 de tal manera que se disponga de la información más precisa posible sobre la alineación de la góndola 112. De este modo se garantiza en el denominado funcionamiento por sectores que el aerogenerador 100 funcione realmente sólo en carga parcial o se desconecte por completo cuando la góndola 112 esté realmente alineada en el respectivo sector asignado. De este modo, la alineación en el funcionamiento por sectores puede realizarse con tolerancias menores. Esto garantiza el cumplimiento fiable de los requisitos legales. Se puede mantener de forma fiable un error máximo especificado para la alineación.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador, que comprende
- un sistema (101) que comprende
 - dos sensores binarios de proximidad (102, 103), cada uno de los cuales está diseñado para proporcionar una señal de sensor con primera o segunda información,
 - un codificador (104),
 - un dispositivo de control (105), en el que
 - los sensores de proximidad (102, 103) y el codificador (104) interactúan sin contacto
 - los sensores de proximidad (102, 103) están diseñados cada uno para proporcionar la señal del sensor con la primera información o la segunda información en función de una distancia (107) del codificador (104) con respecto al respectivo sensor de proximidad (102, 103),
 - el dispositivo de control (105) está configurado para determinar, en función de las señales de los sensores de proximidad (102, 103), si el codificador (104) se encuentra dentro de un sector de corrección (108) definido mediante los sensores de proximidad (102, 103), en cuyo caso el aerogenerador tiene, además
 - un dispositivo de bipedestación (111) extendido longitudinalmente
 - una góndola (112) montada de manera giratoria sobre el dispositivo de bipedestación (111), donde el transmisor (104) está dispuesto de manera estacionaria sobre uno de la góndola (112) y el dispositivo de bipedestación (111) y los dos sensores de proximidad (102, 103) están dispuestos de manera estacionaria sobre el otro de la góndola (112) y el dispositivo de bipedestación (111), de manera que el transmisor (104) y los dos sensores de proximidad (102, 103) puedan girar uno respecto del otro junto con la góndola (112) y el dispositivo de bipedestación (111).
2. Aerogenerador según la reivindicación 1, en el que los dos sensores de proximidad (102, 103) están dispuestos a una distancia horizontal entre sí.
3. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el codificador (104) se extiende longitudinalmente de tal manera que en estado funcional el codificador (104) alcanza al menos desde un sensor de proximidad (102, 103) hasta el otro sensor de proximidad (102, 103).
4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los dos sensores de proximidad (102, 103) tienen cada uno un sensor de campo magnético.
5. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los dos sensores de proximidad (102, 103) tienen cada uno un sensor inductivo.
6. Aerogenerador según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el sensor (104) es conductor magnético y/o eléctrico al menos por secciones.
7. Aerogenerador según la reivindicación 1, en el que los dos sensores de proximidad (102, 103) están dispuestos dentro del sector de corrección (108) en la góndola (112).
8. Procedimiento de montaje de un sistema (101) en un aerogenerador (100), en donde el sistema tiene
- dos sensores binarios de proximidad (102, 103), cada uno de los cuales está diseñado para proporcionar una señal de sensor con una primera o una segunda información
 - un codificador (104)
 - un dispositivo de control (105), en donde
 - los sensores de proximidad (102, 103) y el codificador (104) interactúan sin contacto
 - los sensores de proximidad (102, 103) están diseñados cada uno para proporcionar la señal del sensor con la primera información o la segunda información en función de una distancia (107) del codificador (104) con respecto al respectivo sensor de proximidad (102, 103),
 - el dispositivo de control (105) está configurado para determinar, en función de las señales de sensor de los sensores de proximidad (102, 103), si el codificador (104) está situado dentro de un sector de corrección (108) definido mediante los sensores de proximidad (102, 103), y el procedimiento comprende

- proporcionar al aerogenerador (100) un dispositivo de bipedestación (111) extendido longitudinalmente y una góndola (112) montada de forma giratoria sobre el dispositivo de bipedestación (111),
- determinar una dirección cardinal (113) en la góndola (112)
- 5 - posicionar los dos sensores de proximidad (102, 103) en una posición fija sobre uno de la góndola (112) y el dispositivo de bipedestación (111)
- posicionar el codificador (104) en una posición fija en el otro de góndola (112) y el dispositivo de bipedestación (111), de modo que el codificador (104) y los dos sensores de proximidad (102, 103), junto con la góndola (112) y el dispositivo fijo (111), puedan girar uno respecto del otro,
- 10 - determinar el sector de corrección (108) para la alineación del codificador (104) en función de la dirección cardinal (113) determinada y de la posición de los sensores de proximidad (102, 103) y del codificador (104).
- 9. Procedimiento según la reivindicación 8, que comprende:
 - posicionar el codificador (104) y los dos sensores de proximidad (102, 103) cada uno en una posición (114) correspondiente a la dirección cardinal determinada (113),
 - definir el sector de corrección (108) de manera que el sector de corrección (108) incluya la dirección cardinal (113).
- 15 10. Procedimiento según las reivindicaciones 8 o 9, que comprende
 - almacenar respectivamente la dirección cardinal determinada (113) y el sector de corrección (108) en el dispositivo de control (105).
- 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10:
 - determinando una desviación de la dirección cardinal determinada (113) con respecto a una dirección cardinal absoluta predeterminada (118),
 - almacenando respectivamente la desviación determinada y el sector de corrección (108) en el dispositivo de control (105).
- 20 12. Procedimiento para hacer funcionar un aerogenerador (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, cuyo sistema (101) está montado mediante un procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende:
 - 25 - determinar si el codificador (104) se encuentra en el sector de corrección (108), y si el codificador (104) se encuentra en el sector de corrección (108):
 - determinar un valor objetivo para una alineación del codificador (104) en función de una dirección cardinal (113) almacenada,
 - determinar un valor de un codificador de posición acimutal (115) del aerogenerador (100)
 - 30 - determinar una diferencia entre el valor objetivo y el valor determinado y si la diferencia determinada es mayor que un valor de tolerancia predeterminado
 - determinar un valor de corrección para el codificador de posición acimutal (115) en función del valor objetivo.
- 13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende:
 - 35 - determinar que el codificador (104) se encuentra en el sector de corrección (108) cuando ambos sensores de proximidad (102, 103) proporcionan a la señal del sensor la segunda información de que el codificador (104) se encuentra en las proximidades del respectivo sensor de proximidad (102, 103).
- 14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13, que comprende:
 - 40 - girar la góndola (112) con respecto al dispositivo de bipedestación (111) al menos 360°, - emitir una señal de error si, durante la rotación, los dos sensores de proximidad (102, 103) no proporcionan respectivamente la señal del sensor con la segunda información de que al menos una vez el codificador (104) está en las proximidades del sensor de proximidad respectivo (102, 103).

FIG 1

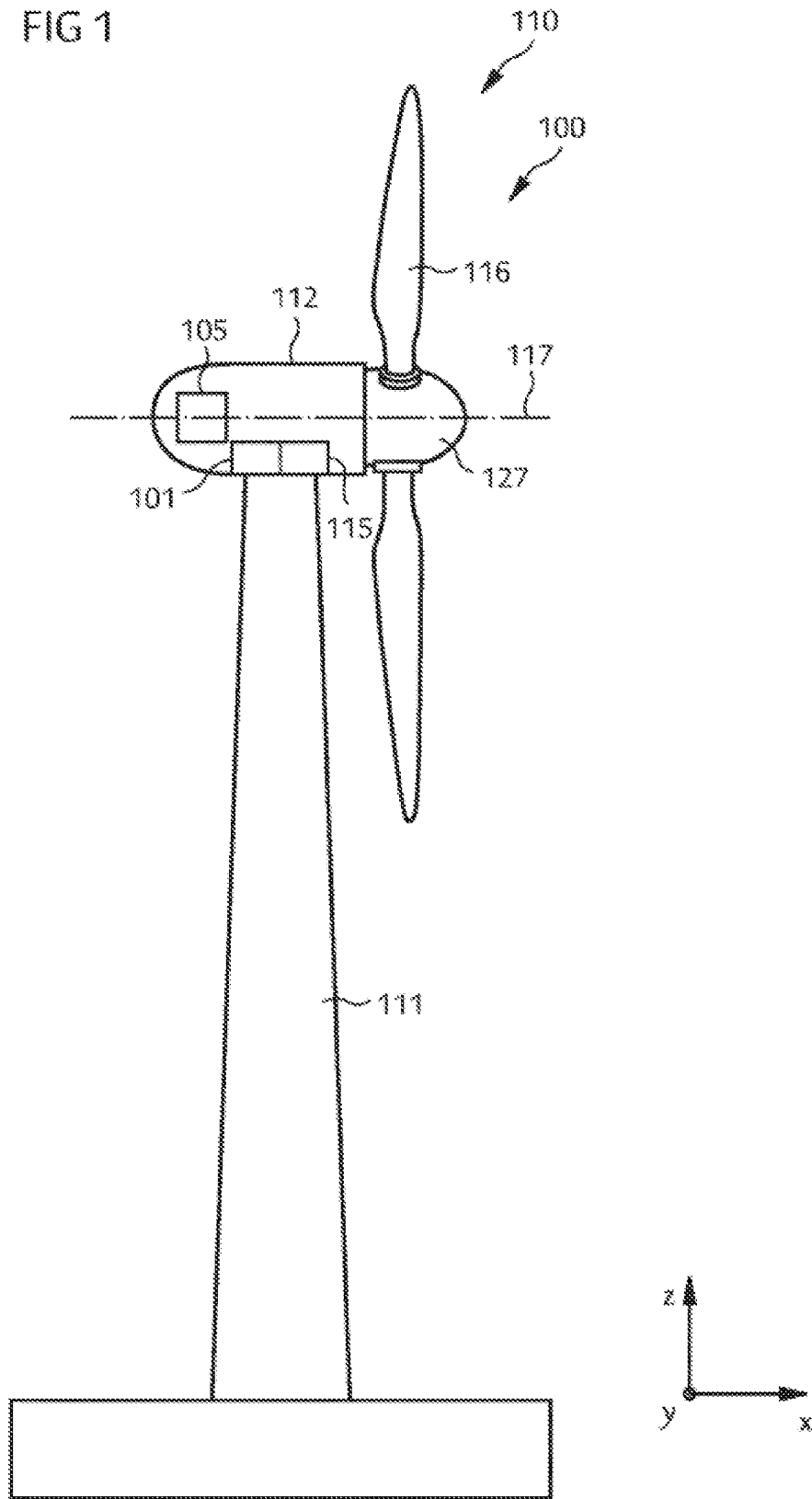


FIG 2

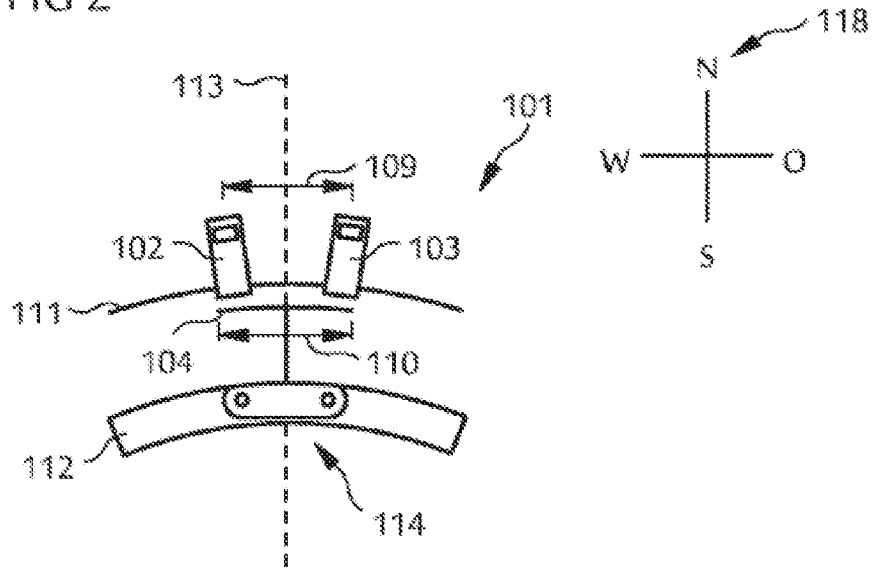


FIG 3

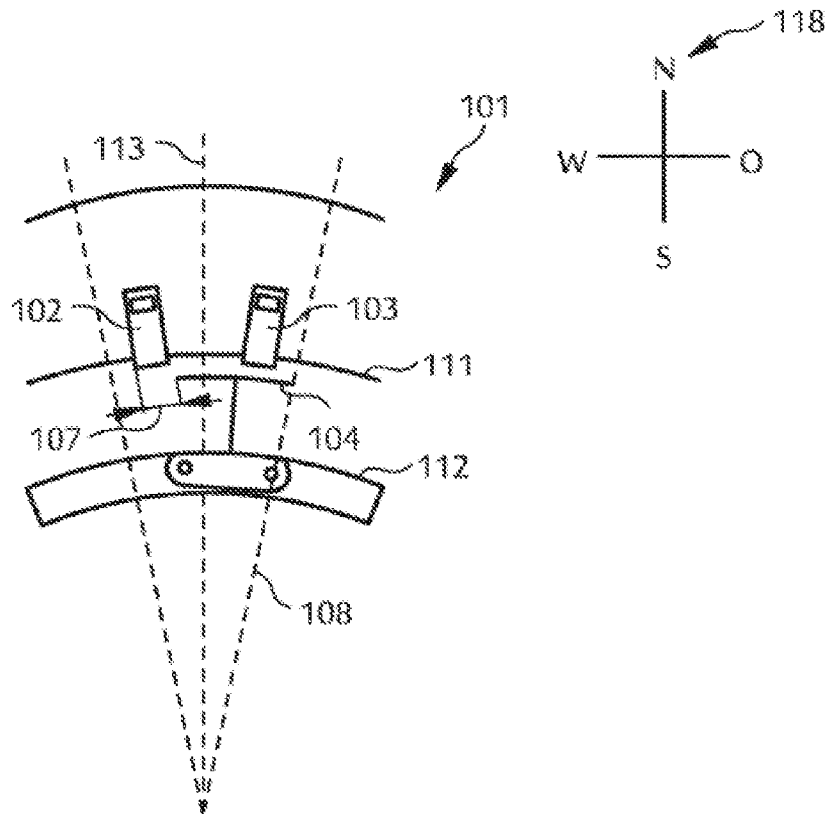


FIG 4

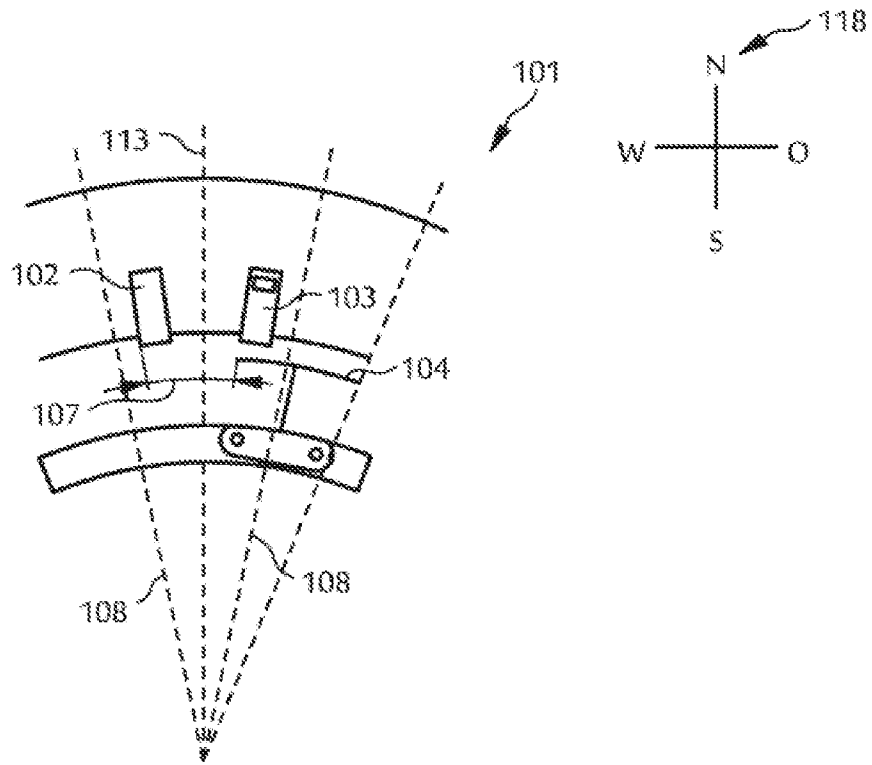


FIG 5

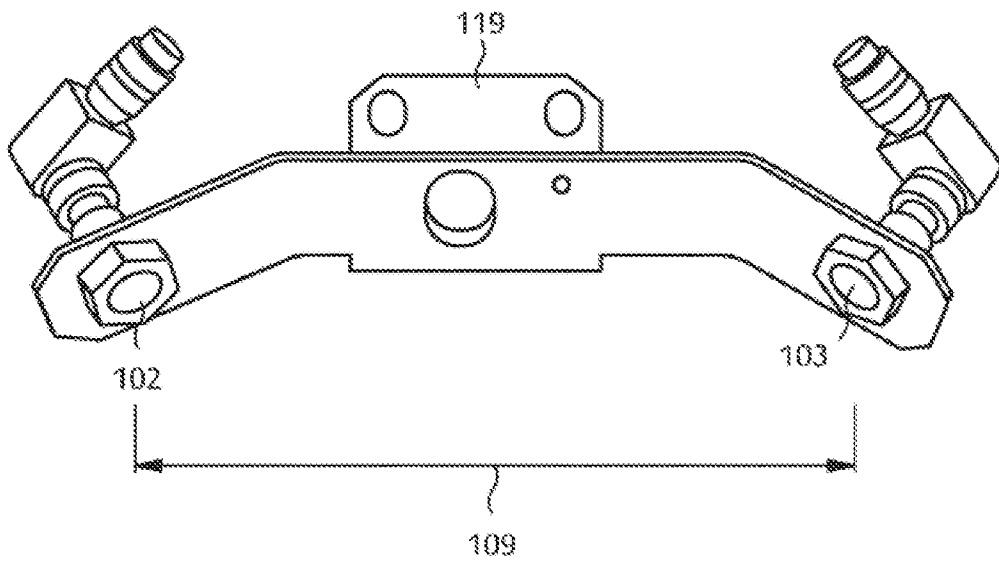


FIG 6

