

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 171**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

H02K 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.12.2002 E 02790913 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2013 EP 1429025**

54 Título: **Aerogenerador de tipo contra el viento y método de funcionamiento del mismo**

30 Prioridad:

28.12.2001 JP 2001399459

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

18.02.2014

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
5-1, MARUNOUCHI 2-CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO 100-8315, JP**

72 Inventor/es:

**SHIBATA, M.;
FURUKAWA, T.;
HAYASHI, Y.;
YATOMI, Y. y
TSUTSUMI, K.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 443 171 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 de tipo contra el viento y método de funcionamiento del mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se aplica a un generador de turbina eólica y se refiere a una turbina eólica de tipo contra el viento que tiene un rotor con una pluralidad de palas unidas en la parte delantera de una góndola soportada para su giro sobre un soporte, haciéndose girar el rotor por la fuerza del viento para accionar una maquinaria accionada tal como un generador a través de un eje del rotor, y el método de funcionamiento del mismo.

Antecedentes de la invención

Una planta de potencia de turbinas eólicas que tiene alta capacidad de generación de energía eléctrica mediante la instalación de una pluralidad de unidades de potencia eléctrica de turbinas eólicas cada una de las cuales utiliza la fuerza de giro generada por la aplicación de la fuerza del viento a una pluralidad de palas para accionar un generador a través del eje del rotor, se construye a gran altitud, tal como en la cima de una colina o montaña o en un lugar tal como por encima del mar, donde se pueda recibir la alta velocidad del viento. El conjunto generador se controla generalmente mediante el ajuste del ángulo de paso de las palas conectadas al rotor de la turbina eólica para mantener la generación requerida de potencia correspondiente con la energía del viento y la potencia a consumirse (potencia de generación requerida) al momento del funcionamiento.

Una turbina eólica de tipo contra el viento que tiene un rotor con palas unidas en la parte delantera de la góndola soportada sobre un soporte prevalece para su uso en la unidad de generación de turbina eólica.

Una turbina eólica de tipo aguas arriba como esta se describe en la solicitud de patente japonesa con N° de publicación 5-60053, que tiene una góndola (cuerpo de soporte del rotor de la turbina eólica) que soporta un rotor de la turbina por medio de un eje principal (eje del rotor de la turbina), conteniendo la góndola en su interior una unidad de conversión de energía tal como un generador eléctrico y un mecanismo de transmisión para transmitir el giro del eje principal a la unidad de conversión de energía, y se soporta para su giro en un plano horizontal sobre un soporte erguido sobre el suelo o en un buque.

En la unidad de generación de turbina eólica, un medio de control de guiñada (control en azimut) se utiliza para mantener la superficie de revolución de las palas siempre hacia la dirección del viento para permitir que la fuerza del viento actúe de manera eficiente sobre las palas mediante el giro de la góndola que soporta la turbina eólica para su giro de acuerdo con la dirección del viento. La turbina eólica se puede equipar con un medio de control de guiñada y estar provista de un freno de guiñada para frenar la góndola como se muestra, por ejemplo, en la solicitud de patente japonesa con N° de publicación 8-82277.

Como se muestra en la Figura 13 y en la Figura 14 que muestra el detalle de la parte Z de la Figura 13 en una vista en perspectiva, el freno de guiñada 3 se utiliza para el bloqueo de la turbina eólica adecuada 100A que consiste en palas 101, un rotor 105, un eje del rotor, y una góndola 102. Un cojinete de asiento de giro 312 se sitúa entre la cara superior del soporte 106 y la turbina eólica adecuada 100A montada encima del soporte 106. Un disco de freno 304 se fija entre el soporte 106 y el cojinete 312. Una unidad de freno de disco de accionamiento hidráulico 310 que tiene un cilindro hidráulico 301a, 301b y una pinza de freno 308 que muerde el disco de freno 304. El giro de la turbina eólica adecuada 100A con respecto al soporte 106 se frena presionando el disco de freno desde su lado superior y hacia abajo por la unidad de freno de disco de accionamiento hidráulico 310.

En dicho generador de turbina eólica de tipo contra el viento equipado con medios de control de guiñada y el freno de guiñada, la góndola se controla por los medios de control de guiñada en el funcionamiento normal para girar de manera que la superficie de revolución de las palas se dirige siempre hacia el viento. Cuando se produce una interrupción del suministro eléctrico debido a una repentina ráfaga de viento, o viento debido a un tifón, etc., el control de guiñada se hace imposible, por lo que la góndola se bloquea mediante el accionamiento de dicho freno de guiñada.

Como se ha mencionado anteriormente, con la técnica convencional como se describe en dicho documento de patente, en general, el giro de la góndola se bloquea mediante el accionamiento del freno de guiñada para mantener la góndola en un estado de espera cuando se produce la interrupción del suministro eléctrico debido a una ráfaga repentina de viento, o viento fuerte debido a un tifón, etc. Por lo tanto, cuando un viento fuerte sopla sobre las palas en una dirección inclinada cuando el giro de la góndola se había bloqueado en un estado de espera, se producía la avería en las palas en muchas veces debido a que una carga excesivamente sesgada actuaba sobre las palas en la dirección inclinada.

El documento WO 83/01490 A desvela un dispositivo para proteger la turbina y el generador de un aerogenerador contra tensiones anormales como por ejemplo, velocidades de viento elevadas, la pérdida de potencia eléctrica en la red, temperaturas excesivas y vibraciones mecánicas. El dispositivo está provisto de indicadores que registran

dichas condiciones de funcionamiento anormales, y de un acoplamiento liberable que se puede conectar con un eje de la turbina o con una rueda dentada montada en el mástil de la turbina. En el caso de tensión anormal, el giro del rotor de la turbina se transmite para provocar un movimiento de giro de la planta alrededor de un eje vertical del mástil, de manera que su plano de giro se retorna paralelo a la dirección del viento.

5 El documento US 4.966.525 A desvela un aerogenerador provisto de un dispositivo de guiñada que incluye dos o más motores de engranajes dispuestos alrededor de la periferia de una llanta dentada de torre estacionaria. Mediante la activación de los frenos de fricción y, además, mediante la aplicación de una corriente adecuada a los
10 motores en direcciones iguales y opuestas de manera que ejerzan un par de torsión dirigido opuesto, el aerogenerador se puede mantener en una posición óptima en relación con el viento.

Divulgación de la invención

15 La presente invención se hace a la luz del problema de la técnica convencional. Un objetivo de la invención es proporcionar una turbina eólica de tipo contra el viento que se construye de tal manera que tiene una góndola para soportar un rotor de la turbina eólica por un eje principal (eje de la turbina eólica), conteniendo dicha góndola en su interior una unidad de conversión de energía tal como un generador eléctrico y un mecanismo de transmisión para transmitir el giro del eje principal a la unidad de conversión de energía, y se soporta para su giro en un plano horizontal sobre un soporte erguido sobre el suelo o en un buque de manera que se evita la ocurrencia de la avería
20 de la pala evadiendo la actuación de una carga irregular, indebida tal como una carga que actúa en la dirección inclinada, incluso si se produce una interrupción del suministro eléctrico cuando sopla viento fuerte, y el método de funcionamiento de la turbina eólica.

25 Las unidades de generación de potencia eléctrica mediante turbinas eólicas han ido cada vez creciendo en tamaño y la capacidad de una turbina eólica continuará aumentando. Así que, la reducción de la carga aerodinámica es imperativa para reducir el peso y el coste de una turbina eólica.

Otro objetivo de la invención es proporcionar una turbina eólica de tipo contra el viento y el método de funcionamiento de la misma en el que la carga crítica (la carga que causa problemas en la resistencia de los
30 componentes de la turbina eólica) ejercida sobre la turbina eólica por una fuerte fuerza del viento debido a un tifón o un huracán o una ráfaga de viento se puede reducir mediante el aprovechamiento de la característica de que la turbina eólica tiene un rotor girado por la fuerza del viento que actúa sobre las palas fijas al mismo y una góndola que soporta el rotor a través del eje del rotor, soportándose la góndola para su giro sobre un soporte erguido sobre el suelo o en un buque, puede girar libremente en un plano horizontal.

35 La presente invención resuelve los problemas mediante una turbina de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un método de funcionamiento de una turbina de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 12. La primera invención es una turbina eólica de tipo contra el viento compuesta de tal manera que una turbina eólica adecuada consiste en una góndola soportada para su giro en un plano horizontal sobre un soporte
40 erguido sobre el suelo o en un buque y un rotor que tiene una pluralidad de palas, el rotor que se proporciona en la parte delantera de la góndola y que es girado por la fuerza del viento, acciona un maquinaria a ser accionada, tal como un generador eléctrico a través de un eje del rotor conectado a dicho rotor, en el que se proporcionan un mecanismo de accionamiento proporcionado entre dicho soporte y dicha góndola para hacer girar dicha turbina eólica adecuada y un controlador para hacer girar el rotor con palas hacia una posición a favor del viento a un ángulo arbitrario de entre 90° y 270°, preferentemente a la posición a favor del viento a la derecha por 180° para
45 mantener el rotor en una condición de espera en la recepción de al menos una de las señales de la velocidad del viento, velocidad de giro del rotor, y la anomalía de la maquinaria a ser accionada.

50 En la invención, preferentemente dicha señal de control es una combinación de una señal que detecta que la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad del viento de corte (20 ~ 25 km/h, por ejemplo) que es una referencia de la velocidad del viento predeterminadas para cambiar a un estado de funcionamiento al ralentí y una señal que detecta que la turbina eólica se pone en el estado de funcionamiento al ralentí.

55 Además, preferentemente dicha señal de control es una combinación de una señal que detecta que la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad del viento de corte que es una velocidad de referencia a la que la turbina adecuada se debe cambiar a un estado de funcionamiento al ralentí, una señal que detecta que la turbina eólica adecuada se pone en el estado de funcionamiento al ralentí, y una señal que detecta que la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que una velocidad crítica del viento que es mayor que la velocidad del
60 viento de corte predeterminada para evitar la carga indebida, siendo la velocidad crítica del viento (velocidad media del viento a la que se tiene que desplazar al soporte blando a favor del viento) una velocidad del viento a la que la tensión en una parte crítica de la turbina eólica adecuada causada por la fuerza del viento que actúa sobre las palas es menor en aproximadamente 3 ~ 4σ (σ es la desviación estándar de la dispersión de la relación fatiga-vida del material pertinente) que la tensión crítica permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de su
65 resistencia.

5 En la invención es preferible que una señal de reanudación para permitir que la turbina eólica adecuada vuelva a la posición contra el viento original desde una posición a favor del viento, sea una señal que comprueba que la velocidad del viento que actúa sobre las palas es menor que dicha velocidad crítica del viento (velocidad media del viento a la que se tiene que desplazar al soporte blando a favor del viento) que es mayor que dicha velocidad del viento de corte determinada para evitar la carga excesiva en la turbina eólica adecuada.

10 Aún más, en la invención es preferible que se proporcione siempre un detector de velocidad del viento para la detección de la velocidad del viento que actúa sobre las palas y un detector de la velocidad de giro de la turbina eólica para detectar la velocidad de giro de dicho eje principal, y dicho controlador se proporciona con un medio para comparar la velocidad del viento detectada por dicho detector de la velocidad del viento con la velocidad del viento de corte predeterminada y un medio para detectar si la turbina eólica adecuada está en un estado de funcionamiento al ralentí por la señal de la velocidad de giro de la turbina eólica introducida desde dicho detector de la velocidad de giro de la turbina eólica cuando la velocidad del viento detectada es mayor que la velocidad del viento de corte.

15 Aún más, de acuerdo con la invención, un cuerpo de accionamiento de giro integrado en dicho mecanismo de accionamiento de giro está provisto un medio de freno, y la fuerza de giro para hacer girar la turbina eólica adecuada se amortigua por dicho medio de freno cuando se hace girar desde una posición contra el viento hasta una posición a favor del viento.

20 Aún así, adicionalmente, de acuerdo con la invención se proporciona un medio de control de funcionamiento del freno de guiñada que permite que el freno de guiñada fije la dirección del cojinete de la turbina eólica adecuada a liberarse cuando está en una posición a favor del viento.

25 Adicionalmente, en la invención es preferible que una unidad de generación eléctrica se conecte a dicho eje del rotor como una maquinaria a ser accionada, un detector de interrupción del suministro eléctrico para la detección de la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica, y dicho controlador está provisto de un medio de control de batería para accionar una batería para permitir que la turbina eólica adecuada gire desde una posición contra el viento hasta una posición a favor del viento cuando la señal que detecta la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica se introduce desde dicho detector de interrupción del suministro eléctrico.

30 Adicionalmente, de acuerdo con la invención, se proporciona un motor de guiñada para hacer girar la turbina eólica adecuada alrededor del eje de giro de la góndola soportada sobre el soporte y que realiza el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada y un freno del motor para frenar el giro del mismo, y dicho controlador permite que el control de guiñada se detenga, que dicho freno de guiñada se libere, y que dicho motor de guiñada se aplique para permitir que la turbina eólica adecuada siga, naturalmente, la dirección del viento después que la turbina eólica adecuada cambia a una posición a favor del viento.

35 Adicionalmente, en la invención es preferible que una unidad de generación eléctrica se conecte a dicho eje del rotor como una maquinaria a ser accionada, se proporciona un detector de interrupción del suministro eléctrico para la detección de la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica, un motor de guiñada para hacer girar la turbina eólica adecuada alrededor del eje de giro de la góndola soportada sobre el soporte y que realice el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada, y un freno del motor para frenar el giro del mismo, dicho controlador permite que dicho freno de guiñada se libere y que se aplique dicho freno del motor de guiñada para permitir la restricción de la velocidad de revolución de la góndola desde una posición contra el viento hasta una posición a favor del viento cuando la señal que detecta la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica se introduce desde dicho detector de interrupción del suministro eléctrico.

40 Adicionalmente, en la invención es preferible que una unidad de generación eléctrica se conecte a dicho eje principal como una maquinaria a ser accionada, se proporciona un detector de interrupción del suministro eléctrico para detectar la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica, y dicho controlador permite que dicho freno de guiñada se libere lentamente a baja velocidad y que dicha turbina eólica adecuada gire de una posición contra el viento a una posición a favor del viento cuando la señal de interrupción del suministro eléctrico se introduce desde de dicho detector de interrupción del suministro eléctrico.

45 La segunda invención de la invención es un método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento compuesta de tal manera que una turbina eólica adecuada consiste en una góndola soportada para su giro en un plano horizontal sobre un soporte erguido sobre el suelo o en un buque y un rotor que tiene una pluralidad de palas, el rotor que se proporciona en la parte delantera de la góndola y que se hace girar por la fuerza del viento, acciona una maquinaria a ser accionada tal como un generador eléctrico a través de un eje principal conectado a dicho rotor, en el que dicho rotor con palas se hace girar hacia una posición a favor del viento a un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° para mantener el rotor en una condición de espera durante la recepción de una señal de al menos una de las señales de velocidad del viento, velocidad de giro del rotor, y la anomalía de la maquinaria a ser accionada.

65 En la invención es preferible que la turbina eólica adecuada se haga girar a un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° después que la turbina eólica adecuada se lleve a un estado de funcionamiento al ralentí tras la detección de que la

velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad del viento de corte que es la velocidad del viento de referencia para cambiar al estado de funcionamiento al ralentí.

5 Adicionalmente, en la invención es preferible que la turbina eólica adecuada se haga girar a un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° basándose en una señal que detecta que la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad del viento de corte y a una tercera señal que detecta que la velocidad instantánea máxima del viento después de que se detecta que la turbina eólica adecuada se lleva a un estado de funcionamiento al ralentí.

10 Aún más, en la invención es preferible que dicha tercera señal sea una señal que detecte que dicha tercera velocidad del viento es mayor que una velocidad instantánea máxima del viento (velocidad del viento a la que se tiene que desplazar al soporte blando a favor del viento), que es la velocidad del viento a la que la fuerza del viento que actúa sobre la turbina eólica adecuada es menor, por una cierta cantidad, que la fuerza crítica permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de su resistencia.

15 Aún más, en la invención es preferible que la turbina eólica adecuada vuelva a la posición en contra del viento original del estado de funcionamiento al ralentí en una posición a favor del viento después de que se determine que la velocidad instantánea máxima del viento en dicha condición de espera es igual o menor que la velocidad instantánea máxima del viento (velocidad del viento a la que se tiene que desplazar al soporte blando a favor del viento) que es la velocidad del viento a la que la fuerza del viento que actúa sobre la turbina eólica adecuada es menor, por una cierta cantidad, que la fuerza crítica permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de su resistencia.

25 Aún todavía más, en la invención es preferible que dicho estado de funcionamiento al ralentí se detecte por la señal de detección de la velocidad giratoria de la turbina eólica.

Adicionalmente, en la invención es preferible que la fuerza para hacer girar la turbina eólica adecuada se amortigüe por un medio de freno cuando se hace girar de una posición contra el viento a una posición a favor del viento.

30 Adicionalmente, en la invención es preferible que un freno de guiñada para frenar el giro de la turbina eólica adecuada se libere para permitir que la misma se mantenga en una condición de espera en la que puede bascular libremente siguiendo la dirección de viento después que cambia a una posición a favor del viento.

35 Adicionalmente, en la invención es preferible que el control de guiñada (control en azimut) para cambiar la dirección de la turbina eólica adecuada de acuerdo con la dirección del viento se realice después que cambia a una posición a favor del viento.

40 Adicionalmente, en la invención es preferible que dicho freno de guiñada se libere, y se permite que la turbina eólica adecuada siga de forma natural el viento ara girar hacia una posición a favor del viento, mientras actúa un freno del motor de guiñada para frenar el giro de un motor de guiñada que se compone de tal manera que hace girar la turbina eólica adecuada alrededor del soporte y realiza el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada.

45 Adicionalmente, en la invención es preferible que, durante la operación de dicha turbina eólica de tipo de contra el viento tener un generador eléctrico conectado a su eje principal como dicha maquinaria accionada, la turbina eólica adecuada se hace girar a un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° accionando una batería cuando se introduce la señal de interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación.

50 Adicionalmente, en la invención es preferible que, cuando se detecta la interrupción del suministro eléctrico de dicha unidad de generación de turbina eólica que tiene un generador eléctrico conectado a su eje principal como dicha maquinaria accionada, se libera el freno de guiñada para frenar el giro de dicha turbina eólica adecuada, se acciona una batería para hacer girar la turbina eólica adecuada alrededor del soporte, mientras se acciona un motor de guiñada para frenar el giro de un motor de guiñada que está compuesto de tal manera que hace girar la turbina eólica adecuada alrededor del soporte y realiza el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada.

55 Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, durante el funcionamiento normal, la turbina eólica se hace girar de acuerdo con la dirección del viento a ser controlada de manera que el plano de giro de las palas está siempre en contra de la dirección del viento.

60 Por otro lado, cuando la velocidad del viento detectada introducida desde el detector de la velocidad del viento en el controlador es mayor que la velocidad del viento de corte que se fija de antemano en el controlador y la velocidad de giro de la turbina eólica introducida desde el detector de la velocidad de giro de la turbina eólica se convierte en la velocidad del estado de funcionamiento al ralentí en el caso de que una ráfaga de viento o un viento fuerte actúe sobre la turbina eólica, el regulador permite que la turbina eólica adecuada gire girar desde una posición contra el viento a un ángulo de entre 90° y 270° para cambiar a una posición a favor del viento, donde permanecerá en un estado de espera.

- 5 Cuando la turbina eólica está en una posición a favor del viento en la que el plano de giro de las palas se sitúa a favor del viento del soporte, el viento que sopla en una dirección inclinada con respecto al plano de giro de las palas actúa para permitir que el eje principal del rotor se oriente en la dirección del viento, de modo que al permitir que la turbina eólica de tipo contra el viento cambie hacia la dirección a favor del viento, preferentemente a una posición a favor del viento a la derecha y se mantenga en un estado de espera cuando se produce una ráfaga de viento o viento fuerte, se puede permitir que el viento la turbina siga la dirección del viento sin un control de guiñada particular.
- 10 Por esto, incluso cuando una ráfaga de viento o viento fuerte actúa sobre las palas en una dirección inclinada, se permite que la turbina eólica adecuada siga automáticamente la dirección del viento, y se evita que las cargas irregular, indebidas actúen sobre las palas en direcciones inclinadas, lo que resulta en la prevención de daños en las palas debido a cargas excesivas.
- 15 Adicionalmente, de acuerdo con la invención, mediante la liberación del freno de guiñada y su retención en el estado liberado después que la turbina eólica adecuada cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento y se fija allí por el dispositivo de control, la seguida liberación de la turbina eólica adecuada para el cambio en la dirección del viento se mejora, y la acción de una carga irregular, indebida en las palas cuando el viento fuerte sopla sobre las palas en una dirección inclinada se puede evitar con mayor certeza.
- 20 De acuerdo con la invención, también es posible realizar el control de guiñada, es decir, cambiar la dirección de la turbina eólica adecuada en respuesta a la dirección del viento después que la turbina eólica adecuada cambie a una posición a favor del viento de manera similar como cuando está en una posición contra el viento.
- 25 Aún más, de acuerdo con la invención, en el caso de que el control de guiñada se vuelva imposible cuando se produce la interrupción del suministro eléctrico debido a fallo en los equipos de generación inducidos por una ráfaga de viento o viento fuerte, se permite que la batería se encienda por el controlador, se permite que la turbina eólica adecuada gire desde una posición contra el viento a un ángulo de $90^\circ \sim 270^\circ$ hacia la dirección del viento, preferentemente en 180° a una posición a favor del viento derecha desde una posición contra el viento por la potencia de la batería y se mantenga allí en un estado de espera, y se libere después el freno de guiñada. Por lo tanto, al cambiar la turbina eólica a una posición a favor del viento utilizando la potencia de la batería existente y liberando después el freno de guiñada, la siguiente liberación de la turbina eólica adecuada para cambiar en la dirección del viento es posible sin proporcionar una fuente de alimentación eléctrica específica, y se puede evitar la acción de una carga irregular, indebida en las palas cuando el viento sopla fuerte sobre las palas en una dirección inclinada.
- 30
- 35 Si una turbina eólica de tipo contra el viento se compone de tal manera que su turbina eólica adecuada cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento cuando la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad de corte que es la velocidad de referencia del viento para cambiar a un estado de funcionamiento al ralentí, se produce con frecuencia una condición, cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente, que la media de las velocidades del viento detectadas excede la velocidad del viento de corte predeterminada (valor medio), y es necesario cambiar la turbina eólica adecuada de una posición contra el viento a una posición a favor del viento cada vez que dicha condición se produce, lo que da como resultado una eficiencia de funcionamiento en gran medida reducida de la turbina eólica.
- 40
- 45 Sin embargo, de acuerdo con la invención, una tercera velocidad del viento se determina basándose en la velocidad instantánea máxima del viento (velocidad crítica del viento) en correspondencia con la carga máxima permisible en consideración de la resistencia de la turbina eólica, siendo la tercera velocidad del viento mayor que la velocidad del viento de corte, que es la velocidad del viento de referencia para cambiar a un estado de funcionamiento al ralentí, y se permite que la turbina eólica adecuada, mediante el controlador, cambie de una posición contra el viento a una posición a favor del viento y el freno de guiñada se libera cuando la velocidad del viento que actúa sobre las palas se retorna superior a la velocidad crítica del viento (velocidad media del viento para desplazarse al soporte blando a favor del viento) cuando la velocidad de giro de la turbina eólica está en el estado de funcionamiento al ralentí.
- 50
- 55 Para ser más específicos, de acuerdo con la invención, incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente, la turbina eólica adecuada cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento a dicha velocidad crítica del viento, que es la velocidad instantánea máxima del viento correspondiente a la velocidad del viento a la que la tensión en una parte crítica de la turbina eólica adecuada causada por la fuerza del viento que actúa sobre las palas alcanza el valor permisible para la resistencia de la turbina eólica adecuada, siendo el valor menor en $3 \sim 4\sigma$ (σ es la desviación estándar como se ha explicado anteriormente) que el valor crítico permisible para la resistencia de la turbina eólica, de modo que la turbina eólica adecuada no cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento inmediatamente después de que se lleva a un estado de funcionamiento al ralentí, sino que cambia solo cuando la velocidad del viento real supera dicha velocidad instantánea máxima del viento permisible determinada teniendo en cuenta la resistencia de la turbina eólica adecuada.
- 60
- 65 Por lo tanto, de acuerdo con la invención, incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente, se evita el cambio frecuente de la góndola de una posición contra el viento a una posición a favor del viento y la góndola puede

cambiar suavemente de una posición contra el viento a una posición a favor del viento solo cuando la velocidad del viento real supera la velocidad instantánea máxima del viento permisible, y la capacidad de control de la turbina eólica adecuada se mejora sustancialmente.

5] Como se ha mencionado anteriormente, cuando la turbina eólica de la invención está en una posición a favor del viento, el plano de giro de las palas se sitúa en la dirección del viento del soporte, y el viento que sopla en una dirección inclinada con respecto al plano de giro de las palas actúa para permitir que el eje principal se dirija a la dirección del viento.

10 Por lo tanto, en funcionamiento normal, al detener el control de guiñada después de cambiar a una posición a favor del viento en el funcionamiento normal y permitir que la góndola siga naturalmente la dirección del viento cuando se produce la interrupción del suministro eléctrico, incluso si la carga irregular actúa inclinándose hacia las palas, el plano de giro de las palas gira automáticamente para seguir la dirección del viento debido a la generación del momento de corrección que actúa sobre las palas sin control particular, y se evitan daños en las palas y en los componentes giratorios debido a la carga irregular.

15 Sin embargo, si el freno de guiñada y el freno del motor de guiñada se liberan para permitir que la turbina eólica adecuada siga naturalmente el viento en la dirección del viento, el motor de guiñada se puede hacer girar a la velocidad de giro excesiva mediante la acción de dicho momento de corrección debido a que la revolución de la góndola se transmite al motor de guiñada en un aumento de la velocidad de giro, dado que el accionamiento de la góndola mediante el motor de guiñada es una velocidad de reducción-en-giro, y el motor de guiñada se puede dañar por la velocidad de giro excesiva.

20 De acuerdo con la invención, el freno del motor para frenar el giro del motor de guiñada se aplica después que la turbina eólica cambia a una posición a favor del viento para restringir adecuadamente la velocidad de giro del motor de guiñada, de manera que se elude la ocurrencia de la velocidad de giro excesiva del motor de guiñada como se ha descrito anteriormente y se evita el daño del motor de guiñada debido a la velocidad de giro excesiva.

25 Adicionalmente, de acuerdo con la invención, liberar el freno de guiñada gradualmente mientras se cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento cuando un viento fuerte actúa sobre las palas, la turbina eólica adecuada puede cambiar a una posición a favor del viento sin problemas y sin que actúen fuerzas excesivas en los dispositivos de control de guiñada, tales como el motor de guiñada.

30 Adicionalmente, de acuerdo con la invención, determinar la velocidad del viento del punto de retorno para retornar a una posición contra el viento después de cambiar a una posición a favor del viento desde una posición contra el viento que es una velocidad del viento intermedia entre la velocidad crítica del viento y la velocidad del viento de corte, histéresis resulta en un bucle de conmutación de posiciones, es decir, bucle contra el viento→a favor del viento→contra el viento, y la góndola no cambia para retornar a la posición de marcha atrás mediante un pequeño cambio en la velocidad del viento, lo que da como resultado el cambio estable de una posición contra el viento a una posición a favor del viento.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 es una vista lateral de la turbina eólica de tipo contra el viento con el dispositivo de control de la primera realización de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de bloques para el control de la turbina eólica de la primera realización.

La Figura 3 es una ilustración que explica el cambio de la turbina eólica de una posición contra el viento a una posición a favor del viento.

La Figura 4 es un diagrama de bloques básico para el control de la turbina eólica de la Figura 1.

50 La Figura 5(A) es una vista lateral de la turbina eólica de tipo contra el viento con el dispositivo de control de la segunda realización de acuerdo con la presente invención, la Figura 5(B) es una vista ampliada de la parte Y de la Figura 5 (A).

La Figura 6 es un diagrama de bloques para controlar el cambio de posición de una posición contra el viento a una posición a favor del viento en el caso de la segunda realización.

55 La Figura 7 es un diagrama de bloques básico para el control de la turbina eólica de la segunda realización.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de control (1) de la segunda realización.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de control (2) de la segunda realización.

La Figura 10 es un diagrama de flujo de control (3) de la segunda realización.

La Figura 11 es una vista en perspectiva del dispositivo de control de guiñada.

60 La Figura 12 es una vista en sección esquemática del motor de guiñada y del freno del motor.

La Figura 13 es una ilustración para explicar la acción de la turbina eólica, (A) es una vista esquemática en planta, (B) es una vista lateral esquemática.

La Figura 14 es una vista en perspectiva que muestra la estructura del freno de guiñada.

La Figura 15 es una vista en sección que muestra la parte principal del dispositivo de control de paso.

65

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Una realización preferida de la presente invención se detalla con referencia a los dibujos adjuntos. Se pretende, sin embargo, que salvo que se especifique particularmente, las dimensiones, materiales, posiciones relativas y así sucesivamente de las partes constituyentes en las realizaciones se interpretarán como ilustrativos y no como limitativos del alcance de la presente invención.

Haciendo referencia a la Figura 1 que muestra la primera realización de la presente invención, el número de referencia 100 es una turbina eólica de tipo contra el viento. Un rotor 105 provisto de una pluralidad de palas 101 se encuentra en la parte delantera de una góndola 102, es decir, hacia adelante del eje de giro 104 de la góndola 102 que está soportada sobre un soporte 106, permitiéndose que el rotor 105 sea girado por la fuerza del viento, y una maquinaria accionada tal como un generador eléctrico contenido en una góndola 102 se acciona a través de un eje principal 103 conectado a dicho rotor 105 debido a la fuerza de giro efectuada por dichas palas 101.

Una pluralidad de palas 101 se fijan a dicho rotor 105 en la periferia a una distancia constante. El ángulo de paso de cada pala 101 se puede cambiar por medio de un medio de control de paso (no mostrado en el dibujo), mecanismos de paso variable se desvelan en las solicitudes de patente japonesa con N° de publicación 5-149237 y 7-4333, etc. Aquí se explicará un mecanismo de ángulo de paso variable en referencia a la Figura 15. Un servomotor 321 para controlar el ángulo de paso se fija en la parte central de un rotor hueco 105 de un generador de turbina eólica.

Un engranaje cónico principal 313a se fija al eje del motor 312a que se extiende dentro del rotor 105. Una pala 101 se fija a dicho rotor 105 por medio de un cojinete de palas 316, y un engranaje cónico secundario 314a se fija en el lado de raíz de dicha pala. El engranaje cónico secundario 314a se sitúa de tal manera que su eje de giro es perpendicular al de dicho engranaje cónico principal 313a. El eje de giro del engranaje cónico secundario 314a coincide con el eje de giro de la pala 101, y la pala 101 puede girar con relación al rotor 105 a través de dicho cojinete de palas 6.

De acuerdo con un mecanismo de ángulo de paso de palas variable 320 compuesto como se ha mencionado anteriormente, cuando el ángulo de paso de la pala 101 se tiene que modificar para controlar la potencia eléctrica generada por la turbina eólica, el servomotor 312 se acciona bajo la orden de un dispositivo de control no mostrado en el dibujo para hacer girar el engranaje cónico principal 313a en una dirección ordenada. El engranaje cónico principal 313a engrana los engranajes cónicos secundarios, cuyo número es el mismo que el de las palas 101, por ejemplo, puede ser de tres, de manera que cada uno de los engranajes cónicos secundarios 314a giran en la misma dirección al mismo ángulo. Por lo tanto, cada una de las tres palas 101 gira al mismo ángulo de paso.

Dado que el engranaje cónico principal 313a engrana con los tres engranajes cónicos secundarios 314a, cada pala 101 se puede hacer girar al mismo ángulo de paso.

Un mecanismo de ángulo de paso variable compuesto por la combinación de un mecanismo de articulación y cilindro hidráulico o compuesto de tal manera que cada una de las palas se acciona por un motor individual se puede adoptar como dicho mecanismo de paso variable.

Volviendo a la Figura 1, el extremo del lado de salida de dicho eje principal 103 se conecta con un generador eléctrico no mostrado en el dibujo (puede ser cualquier maquinaria accionada para la recuperación de energía distinta de un generador). La góndola 102 acomoda los componentes en movimiento, tales como dicho eje principal 103 y los cojinetes y dicho generador, etc. El número de referencia 106 es un soporte erguido sobre el suelo o en un buque. La góndola 102 se monta sobre el soporte 106 para su giro en un plano horizontal.

El número de referencia 1 es un engranaje anular (engranaje interno) fijado a la porción inferior de dicha góndola 102, 2 es un piñón soportado para su giro por dicho soporte 106 por medio de un cojinete y que engrana con dicho engranaje de anular 1.

Dicha góndola 102 se puede girar alrededor del eje de giro de dicha góndola en 360° a través del giro de dicho piñón 2 para hacer girar el cojinete anular que engrana con el piñón, accionándose el piñón para ser girado por un motor de guiñada 30 a través un engranaje de reducción 31 (véase Figura 11), controlándose el funcionamiento del motor de guiñada 30 por un dispositivo de accionamiento de góndola 4.

El número de referencia 5 es una batería situada en dicha góndola 102.

Por el contrario a este ejemplo, el engranaje anular se puede fijar a la parte superior del soporte 106 y el piñón 2 y el motor de guiñada 30 se pueden fijar a la góndola 102 como se describe más adelante.

El número de referencia 3 es un freno de guiñada para frenar el giro de dicha góndola 102. El freno de guiñada se compone como se muestra en la Figura 14. Esta estructura se conoce en la técnica. Haciendo referencia a la Figura 14, el freno de guiñada 3 se utiliza para el bloqueo de la turbina eólica adecuada 100A que consiste en palas 101, un rotor 105, un eje principal, y una góndola 102. Un cojinete de asiento de giro 312 se sitúa entre la cara superior del

soporte 106 y la turbina eólica adecuada 100A montada encima del soporte 106, un disco de freno 304 se fija entre el soporte 106 y el cojinete 312, y una unidad de freno de disco de accionamiento hidráulico 310 tiene un cilindro hidráulico 301a, 301b y una pinza de freno 308 que muerde el disco de freno 304. El giro de la turbina eólica adecuada 100A con respecto al soporte 106 se frena presionando el disco de freno desde el lado superior y hacia abajo.

En la Figura 1, el número de referencia 6 es un detector de la velocidad del viento para la detección de la velocidad del viento que actúa sobre las palas 101, 7 es un detector de la velocidad de giro para detectar la velocidad de giro del eje principal 103, 8 es un detector de interrupción del suministro eléctrico para detectar la interrupción del suministro eléctrico (cuando se produce un corto circuito debido a una anomalía en el generador o circuito) del generador de turbina eólica que incluye la turbina eólica 100 y el generador, y 10 es un controlador.

La señal de la velocidad del viento detectada por dicho detector de la velocidad del viento 6, la señal de la velocidad de giro del eje principal de la turbina 103 detectada por dicho detector de la velocidad de giro 7, y la señal de interrupción del suministro eléctrico del generador se introducen en el controlador. El controlador 10 realiza un cálculo basándose en dichas señales y controla los funcionamientos de dicho dispositivo de accionamiento de góndola 4, del freno de guiñada 3 y de la batería 5.

Con esta construcción de la turbina eólica de tipo contra el viento 100, la posición de la góndola 102 se establece por medio de dicho controlador 10 y del dispositivo de accionamiento de góndola 4 en una posición hacia delante en la que las palas 101 se sitúan hacia adelante del eje de giro de la góndola 104, es decir, una posición contra el viento, como se muestra en la Figura 1 y como se muestra con la línea discontinua en la Figura 3 en funcionamiento normal. Cuando la dirección del viento se desvía más de una desviación del ángulo predeterminada, el freno de guiñada se libera para permitir que la góndola gire alrededor del eje de giro 104 en un plano horizontal en dicho ángulo predeterminado en correspondencia con la dirección del viento, por lo tanto el control de guiñada (control en azimut) se realiza para dirigir la turbina eólica en una dirección contra el viento adecuada. Es decir, la turbina eólica adecuada 100A compuesta de las palas 101, rotor 105, y la góndola 102 está siempre fija dentro del ángulo predeterminado desviado de la dirección del viento, y cuando la dirección del viento se desvía más de la desviación predeterminada el freno de guiñada se libera y la turbina eólica adecuada 100A se hace girar para fijarse en una posición angular dentro de la desviación del ángulo predeterminada desde la dirección del viento.

A continuación, haciendo referencia a la Figura 2 que muestra el diagrama de bloques de control y la Figura 4 que muestra el diagrama de bloques de control básico, se explicará el método de funcionamiento de la turbina eólica de tipo contra el viento cuando una ráfaga de viento o viento fuerte se produce debido a un tifón etc..

La velocidad del viento detectada por dicho detector de la velocidad del viento 6 se introduce en una parte de comparación de la velocidad del viento 12 del controlador 10. El número de referencia 11 es una parte de ajuste de la velocidad del viento de corte en la que se establece una velocidad del viento de corte, siendo la velocidad del viento de corte la velocidad del viento de referencia cuando se pasa al estado de funcionamiento al ralentí, es decir, la velocidad del viento límite (25m/s, por ejemplo) cuando la conexión de la turbina eólica 100 al generador se corta para detener el funcionamiento del generador. Dicha velocidad del viento detectada se compara con la velocidad del viento de corte en dicha parte de comparación de la velocidad del viento 12 y el resultado de la comparación se transmite a una parte de control de la dirección de góndola 13 (Etapa (1) de la Figura 4).

La velocidad de giro de la turbina eólica (velocidad de giro del eje principal 103) detectada por dicho detector de la velocidad de giro 7 se introduce en dicha parte de control de la dirección de góndola 13.

La parte de control de la dirección de góndola 13 emite una señal de funcionamiento a dicho dispositivo de accionamiento de góndola 4 para hacer girar la góndola a una posición a favor del viento (la posición a favor del viento es cuando el rotor 105 con las palas 101 se sitúa a aguas arriba del eje de giro 104 de la góndola y la posición contra el viento es cuando el rotor 105 se sitúa en el lado de aguas abajo (situado a 90 ~ 270°, preferentemente a 180° desde la dirección desde la que sopla el viento) del eje de giro 104 de la góndola) cuando dicha velocidad del viento detectada es mayor que la velocidad de corte y la turbina eólica se encuentra en el estado de funcionamiento al ralentí de acuerdo con la velocidad del viento detectada (Etapa (2) de la Figura 4).

El dispositivo de accionamiento de góndola 4 permite que la góndola 102 gire en un plano horizontal alrededor del eje de giro 104 en 180° para cambiar de la posición mostrada con la línea discontinua en la Figura 3 a la posición hacia atrás que se muestra con la línea continua por medio de dicho piñón 2 y el engranaje anular 1 de acuerdo con dicha señal de funcionamiento (Etapa (3) de la Figura 4).

Mediante esta operación, la turbina eólica adecuada 100A toma una posición a favor del viento y se fija allí (Etapa (4) de la Figura 4).

Volviendo a la Figura 2, el número de referencia 15 es una parte de control de operación del freno de guiñada, que permite que el freno de guiñada 3 se libere enviando una señal a un dispositivo de accionamiento del freno de guiñada 16 para liberar el freno de guiñada después que la turbina eólica adecuada 100A toma una posición a favor

del viento para fijarse en esa posición. Mediante esta operación, el freno de guiñada 3 se libera y la góndola 102 y las palas 101 pueden cambiar de dirección libremente de acuerdo con la dirección del viento.

5 Por lo tanto, de acuerdo con la realización, cuando una ráfaga de viento o viento fuerte sopla sobre las palas, la góndola se hace girar de manera que el plano de giro de las palas se coloca en una posición a favor del viento, es decir, hacia abajo del eje de giro 104 de la góndola a lo largo de la dirección del viento y se fija en la posición por el freno de guiñada 3, después el freno de guiñada se libera. Por tanto, si el viento sopla contra el plano de giro de las palas 101 en una inclinación, el eje de giro del rotor 105 con las palas 101 se dirige en la dirección del viento y se permite que la turbina eólica responda a la dirección del viento sin un control de guiñada particular.

10 Por consiguiente, aun cuando una ráfaga de viento o viento fuerte sopla inclinándose sobre las palas 101, el rotor 105 responde automáticamente a la dirección del viento y se puede evitar la carga irregular, indebida en las palas 101 en una dirección inclinada.

15 En particular, mediante la liberación del freno de guiñada después que la turbina eólica se sitúa y se fija en una posición a favor del viento, la siguiente liberación de la turbina eólica adecuada 100A para el cambio en la dirección del viento se facilita, y se puede evitar con mayor certeza la acción de una carga irregular, indebida en las palas 101 en una dirección inclinada cuando sopla viento fuerte sobre las palas 101 en la dirección de inclinación.

20 Adicionalmente, cuando se interrumpe el suministro eléctrico debido al fallido funcionamiento del generador eléctrico al momento en que sopla una ráfaga de viento o viento fuerte causado por un tifón o huracán, etc. y el control de guiñada no funciona, se detecta la interrupción del suministro eléctrico por el detector de interrupción del suministro eléctrico (Etapa (5) de la Figura 4) y la señal de interrupción del suministro eléctrico se introduce en una parte de control de la batería 14 de dicho controlador 10 y en dicha parte de control del funcionamiento del freno de guiñada 15 para permitir su funcionamiento.

30 Para ser más específicos, dicha parte de control de la batería 14 permite que la batería 5 se acciona tras recibir la señal de interrupción del suministro eléctrico (Etapa (6) de la Figura 4), y la góndola 102 se hace girar de una posición contra el viento en 180° a una posición a favor del viento de la manera como se ha mencionado anteriormente en relación con la parte de control de la dirección de góndola 13 y se fija allí utilizando la energía de la batería para fijar la turbina eólica adecuada 100A en la posición aguas abajo.

35 La parte de control de la operación del freno de guiñada 15 envía una señal de funcionamiento al dispositivo de funcionamiento del freno de guiñada 16 para liberar el freno después que la turbina eólica adecuada 100A se lleva a una condición de espera. Con esta operación, el freno de guiñada 3 se libera y la turbina eólica adecuada 100A que comprende la góndola 102 y las palas 101 puede cambiar su dirección de cojinete libremente girando en el plano horizontal en respuesta a la dirección del viento.

40 Por lo tanto, de acuerdo con la realización, cuando se interrumpe el suministro eléctrico debido al fallido funcionamiento del generador eléctrico en el momento en que sopla una ráfaga de viento o viento fuerte causada por un tifón, huracán, etc. y el control de guiñada no funciona, se permite que la batería 5 se accione por la parte de control de la batería 14 de manera que la góndola 102 cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento, y la turbina eólica se fija en una posición a favor del viento, a continuación, el freno de guiñada 3 se libera a través de la parte de control del funcionamiento del freno de guiñada 15 y el dispositivo de funcionamiento del freno de guiñada 16. Por lo tanto, incluso si interrumpe el suministro eléctrico debido a una ráfaga de viento o viento fuerte por el tifón, huracán, etc., se puede permitir que la turbina eólica siga el cambio en la dirección del viento libremente sin proporcionar una fuente de alimentación especial para cambiar la turbina eólica adecuada 100A a una posición a favor del viento para fijarla allí y después liberar el freno de guiñada 3.

50 Una batería secundaria o batería solar se utiliza como dicha batería. En el caso de la batería secundaria, siempre se carga por el generador alojado en la góndola 102.

55 Haciendo referencia a la Figura 5 que muestra una segunda realización de la presente invención, el número de referencia 100 es una turbina eólica de tipo contra el viento similar a aquella del caso de la primera realización. Una turbina eólica adecuada 100A se monta sobre un soporte 106 erguido sobre el suelo para su giro en un plano horizontal. El número de referencia 105 es un rotor, sobre cuya periferia se fija una pluralidad de palas 101 en una separación igual en la dirección circunferencial, y es posible cambiar el ángulo de las palas. El número de referencia 103 es un eje principal unido a dicho rotor 105 y su extremo del lado de salida se conecta por medio de un embrague 301 con un generador eléctrico 300 (este puede ser una maquinaria accionada que no sea un generador 300, por ejemplo, un compresor o una bomba). El número de referencia 102 es una góndola en la que se alojan los componentes en movimiento, tales como dicho eje principal 103 y los cojinetes, dicho generador 300, etc., 106 es un soporte sobre el que dicha góndola 102 se soporta para su giro en un plano horizontal alrededor del eje de giro 104.

65 El número de referencia 3 es un freno de guiñada para frenar el giro de la góndola 102, 5 es una batería situada en la góndola 102.

Haciendo referencia a la Figura 5(A) y (B), el número de referencia 1 es un engranaje anular (engranaje interno) fijado a la parte superior del soporte 106, 2 es un piñón soportado para su giro por la góndola 102 por medio de un cojinete 32 y engrana con dicho engranaje anular 1. El piñón 2 se hace girar por un motor de guiñada 30 controlado por un dispositivo de accionamiento de góndola 4 a través de un engranaje de reducción 31. Dicha góndola 102 se puede hacer girar alrededor del eje de giro 104 de la góndola 102 en 360° para permitir que el engrane del piñón 2 que engrana con el engranaje de anular 1 gire en torno al eje de giro 104 mediante giro del cojinete anular 1. El número de referencia 20 es un freno del motor para aplicar freno al giro de dicho motor de guiñada 30.

Con respecto a dicho motor de guiñada 30, engranaje de reducción 31, y el freno del motor 20 se describen más adelante.

Aunque dos motores de guiñada 30 se proporcionan en las posiciones simétricas con respecto al eje de giro de la góndola en la realización como se muestra en la Figura 11, uno o tres o más de tres motores de guiñada se pueden proporcionar.

El número de referencia 6 es un detector de la velocidad del viento para la detección de la velocidad del viento que actúa sobre las palas 101, 7 es un detector de la velocidad de giro para detectar la velocidad de giro del eje principal 103, 8 es un detector de interrupción del suministro eléctrico para detectar la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación de turbina eólica que incluye el generador 300 alojado en la góndola 102 de la turbina eólica adecuada 100A, y 10 es un controlador para controlar el giro de la turbina eólica adecuada 100A alrededor del eje de giro 104 de la góndola 102.

La señal de la velocidad del viento detectada por dicho detector de la velocidad del viento 6, la señal de velocidad de giro del eje principal de la turbina 103 detectada por dicho detector de la señal de velocidad de giro 7, y la señal de interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación de turbina eólica detectada por el detector de interrupción de suministro eléctrico 8 se introducen en dicho controlador 10. El controlador 10 realiza un cálculo basándose en dichas señales detectadas y controla las operaciones de dicho dispositivo de accionamiento de góndola 4, el dispositivo de funcionamiento del freno de guiñada 16 para accionar el freno de guiñada 3, el dispositivo de funcionamiento del freno del motor 25 para hacer funcionar el freno del motor 20, y la batería 5.

El sistema de motor de guiñada compuesto por dicho motor de guiñada 30, engranaje de reducción 31, freno del motor 20, etc. se muestra en la Figura 12 en detalle.

En el dibujo, dicho motor de guiñada 30 se compone de un rotor 30 y una bobina de estator 30b. El número de referencia 30c es un eje de salida conectado a dicho rotor 30a, 31 es un engranaje de reducción de dos etapas del tipo engranaje planetario compuesto por el engranaje de reducción 31a de primera etapa 3 y el engranaje de reducción 31b de segunda etapa. El eje de salida 31c del engranaje de reducción 31 se conecta al piñón 2.

El número de referencia 20a es la zapata de freno del freno del motor 20, 20b es una bobina electromagnética, 20c es un muelle que empuja dicha zapata de freno 20a en dicho rotor 30a, 20d es un tornillo de ajuste para ajustar la fuerza de empuje de dicho muelle 20c, es decir, para ajustar la fuerza con la que dicha zapata de freno 20a se empuja en dicho rotor 30a. La zapata de freno 20a se presiona sobre o se aleja de la superficie cónica superior del rotor 30a por la fuerza aplicada por el muelle 20c o por la fuerza electromagnética aplicada por la bobina electromagnética 20b contra la fuerza del muelle.

La velocidad de giro de dicho motor de guiñada 30 se reduce a través de dicho engranaje de reducción del tipo engranaje planetario de dos etapas 31 compuesto por el primer engranaje de reducción 31a y el segundo engranaje de reducción 31b para rotar el piñón 2 conectado al eje de salida 31c. La góndola 102 se hace girar como resultado de la revolución del piñón 2 que engrana el cojinete anular 1 que se fija al soporte 106.

En el funcionamiento normal, dicha zapata de freno 20a se tira hacia arriba por la fuerza electromagnética de la bobina electromagnética 20b para alejarse del rotor 30a y el freno del motor 20 está en un estado liberado.

Para aplicar el freno, la corriente eléctrica en dicha bobina electromagnética 20a se cancela para extinguir la fuerza electromagnética, después la zapata de freno 20a de empuja hacia abajo sobre el rotor 30a por la fuerza de empuje del muelle 20c y el giro del rotor 30a se frena.

A continuación, el funcionamiento en el caso de la segunda realización se describirá haciendo referencia de la Figura 6 a la Figura 10.

En el funcionamiento normal, el control de guiñada se realiza mediante la liberación o la aplicación del freno de guiñada 3 y del freno del motor. Para ser más específicos, el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada 100A que comprende las palas 101, el rotor 105, la góndola 102 y se realiza como sigue; La góndola 102 se fija en una posición contra el viento de modo que dichas palas 101 se sitúan aguas arriba del eje de giro 104 de la góndola, cuando la desviación del ángulo entre la dirección del viento detectada por un detector de la dirección del viento y la dirección del cojinete de la posición de la góndola es mayor que un ángulo predeterminado,

dicho freno de guiñada 3 se libera para permitir que la góndola gire en un plano horizontal por el ángulo predeterminado alrededor del eje de giro 104 en correspondencia con la dirección del viento, y después el freno de guiñada 3 se aplica para fijar la turbina eólica adecuada en la posición, el plano de giro de las palas se dirige derecho contra la dirección del viento.

5 El cambio de la turbina eólica de tipo contra el viento 100 de una posición contra el viento (Etapa (1) de las Figuras 7 y 8) a una posición a favor del viento, cuando sopla una ráfaga de viento o viento fuerte causada por un tifón o huracán, se realiza de la siguiente manera; La velocidad del viento detectada por el detector de la velocidad del viento 6 se introduce en la parte de comparación de la velocidad del viento de corte 12 en el controlador 10 (Etapa (1-1) de la Figura 8). El número de referencia 11 es una parte de ajuste de la velocidad del viento de corte, en la que una velocidad del viento de corte, es decir, la de velocidad del viento límite (20 ~ 25m/s, por ejemplo,) en cuyo funcionamiento bajo carga, se detiene mediante la liberación de la conexión entre el eje principal 103 de la turbina eólica 100 y el generador.

15 Dicha velocidad del viento V se compara con dicha velocidad del viento de corte V_c , si la velocidad del viento detectada V es mayor que la velocidad del viento de corte V_c (cuando $V > V_c$), siendo V_c es la velocidad del viento de referencia a la que el funcionamiento cambia de las condiciones bajo carga a un estado de funcionamiento al ralentí, la señal del resultado de la comparación se introduce en una parte de control al ralentí 012 (Etapa (2) de las Figuras 7 y 8). El embrague 301 del generador 300 se desacopla tras recibir la señal procedente de la parte de control al ralentí 012 para liberar la conexión del eje principal 103 con el generador 300 para llevar la turbina eólica al funcionamiento al ralentí (Etapa (2-1) de la Figura 8).

20 Cuando la velocidad del viento detecta V es igual o menor que la velocidad del viento de corte V_c (cuando $V \leq V_c$), se retorna al funcionamiento normal bajo condiciones de carga en la posición contra el viento con el motor embragado (Etapa (2) de las Figuras 7 y 8).

Si el funcionamiento al ralentí se hace o no, se juzga a través de las siguientes etapas:

30 La velocidad de giro detectada de la turbina eólica (velocidad de giro del eje principal) recibida desde el detector de la velocidad de giro 7 se introduce en una parte de control de la dirección de góndola 13 (Etapa (2-3) de la Figura 8)

35 La parte de control de la dirección de góndola 13 juzga si la turbina eólica está en un estado de funcionamiento al ralentí o no basándose en el cambio en la velocidad de giro de la turbina eólica (Etapa (3) de las Figuras 7 y 8). Cuando se encuentra en un estado de funcionamiento al ralentí, la señal procedente del detector de la velocidad del viento 6 se introduce en una parte de comparación de DWSS (velocidad del viento para desplazarse al soporte blando a favor del viento) 21 (Etapa (3-1) de la Figura 8).

40 El número de referencia 22 es una parte de ajuste de la velocidad del viento DWSS donde se establece una velocidad del viento DWSS V_d (velocidad del viento para desplazarse al soporte blando a favor del viento, 22 ~ 30m/s, por ejemplo) determinada basándose en la velocidad instantánea máxima del viento permisible que corresponde a una velocidad del viento a la que la tensión en una parte crítica de la turbina eólica adecuada causada por la fuerza del viento que actúa sobre las palas es menor en $3 \sim 4\sigma$ (σ es la desviación estándar de la dispersión de la relación fatiga-vida del material pertinente) que la tensión crítica permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de la resistencia de las mismas.

50 Dicha velocidad del viento detectada V se compara con dicha velocidad del viento DWSS V_d en la parte de comparación de la velocidad del viento DWSS 21, si la velocidad del viento detectada V es mayor que la velocidad del viento DWSS V_d (cuando $V > V_d$), la señal del resultado de la comparación se introduce en la parte de control de la dirección de góndola 13 (Etapa (4) de las Figuras 7 y 8). Después de verificar el estado de funcionamiento al ralentí, se detecta de nuevo la velocidad del viento (Etapa (3-1) de la Figura 8), y si la velocidad del viento detectada V es igual o menor que dicha velocidad del viento DWSS V_d (cuando $V \leq V_d$), el funcionamiento retorna a su funcionamiento de control de guiñada normal.

55 La parte de control de la dirección de góndola 13 determina que la velocidad de giro está en el intervalo de la velocidad al ralentí (Etapa (3) de las Figuras 7 y 8), y emite después una orden de funcionamiento al dispositivo de accionamiento de góndola 4 para cambiar a una posición a favor del viento cuando el resultado de la comparación introducido desde dicho DWAA es que la velocidad del viento detectada V es mayor que la velocidad del viento DWSS V_d ($V > V_d$).

60 El dispositivo de accionamiento de góndola 4 permite que la góndola 102 cambie a la marcha tras, como se muestra en la Figura 3, de una posición en contra del viento que se muestra con líneas discontinuas a una posición a favor del viento que se muestra con líneas continuas en aproximadamente 180° por medio del piñón y del cojinete anular de acuerdo con dicha señal de funcionamiento (Etapa (5) de las Figuras 7 y 8). Mediante este funcionamiento, la turbina eólica adecuada 100A se hace girar a una posición a favor del viento (Etapa (6) de la Figura 7).

A continuación, la velocidad del viento V se detecta con la turbina eólica adecuada en dicha posición a favor del viento (Etapa (5-1) de la Figura 8), y la velocidad del viento V se compara con una velocidad del viento V_f para seguir de forma natural el viento, que es mayor que dicha velocidad del viento $DWSS$ (Etapa (20) de la Figura 8).

- 5 Si la velocidad del viento V es mayor que dicha velocidad del viento V_f para seguir de forma natural el viento, el control se realiza de la siguiente manera;

10 A medida que la turbina eólica se hace funcionar con el plano de giro de las palas dirigidas contra el viento y el freno de guiñada aplicado en una posición contra el viento, cuando una señal de funcionamiento para cambiar a una posición a favor del viento se envía por la parte de control de la dirección de góndola 13 al dispositivo de accionamiento de góndola 4, la parte de control de operación del freno de guiñada 15 emite una señal para liberar el freno de guiñada 3 al dispositivo de accionamiento del freno de guiñada 16. Tras recibir la señal, el dispositivo de accionamiento del freno de guiñada 16 permite que el freno de guiñada 3 se libere (Etapa (7) de las Figuras 7 y 8).

15 El número de referencia 24 es una parte de control del funcionamiento del freno del motor que transmite a un dispositivo de accionamiento del freno del motor 25 una señal de orden para permitir que el freno del motor 20 aplique el freno al motor de guiñada 30 cuando una señal de funcionamiento para cambiar a una posición a favor del viento se envía por la parte de control de la dirección de góndola 13 al dispositivo de accionamiento de góndola 4.

20 Tras recibir la señal, el dispositivo de accionamiento del freno del motor 25 bloquea el paso de corriente eléctrica a la bobina electromagnética 20b del freno del motor 20 mostrado en la Figura 12, por lo que se elimina la fuerza electromagnética de la bobina 20b y la zapata de freno 20a se presiona sobre el rotor 30a por la fuerza de empuje del muelle 20c para restringir el giro del rotor (Etapa (8) de la Figura 8).

25 El funcionamiento siguiendo al viento de forma natural se realiza en una posición a favor del viento con la condición de que el freno del motor 20 se aplique (Etapa (9) de las Figuras 7 y 8).

30 La fuerza de presión de la zapata de freno 20a en el rotor 30a se ajusta con el tornillo de ajuste 20d (véase la Figura 12) de manera que la resistencia de la fuerza de frenado del freno del motor 20 es tal que permite que la góndola 102 siga de forma natural la dirección del viento y no induce la ocurrencia de la avería del motor de guiñada debido al momento de giro irregular causado por fuerzas irregulares del viento fuerte en sus direcciones que actúan sobre las palas 101, mientras que la turbina eólica funciona en dicho estado siguiendo al viento de forma natural.

35 Dicho momento de giro actúa para hacer girar la góndola que se conecta al motor de guiñada 30 por medio del piñón y del cojinete anular. Si se permite que la góndola siga naturalmente la dirección del viento con el freno de guiñada 3 y freno del motor 20 liberados, un momento de giro indebidamente elevado desarrollado por la fuerza del viento fuerte que actúa sobre las palas 101 actúa para hacer girar el motor de guiñada 30 en un aumento de la velocidad de giro y la velocidad de giro demasiado elevada puede causar una avería en el motor de guiñada 30.

40 Por lo tanto, en la realización, la ocurrencia de una velocidad de giro excesivamente alta de este tipo del motor de guiñada se elude al restringir adecuadamente la velocidad de giro y el ángulo de giro del motor de guiñada 30 y se evita que el motor de guiñada sufra una avería.

45 Cuando la velocidad del viento V es igual o menor que la velocidad del viento V_f para seguir de forma natural el viento (cuando $V \leq V_f$), el control de guiñada se realiza como en el caso de situar contra el viento la turbina eólica de la siguiente manera;

50 En este control de guiñada, se detecta la dirección del viento a intervalos de tiempo predeterminados (Etapa (21) de la Figura 8). Cuando el cambio de dirección del viento es mayor que una desviación predeterminada (Etapa (22) de la Figura 8), el freno de guiñada 3 se libera y la góndola 102 se hace girar en un plano horizontal alrededor del eje de giro 104 en un ángulo predeterminado para permitir que el plano de giro de las palas se dirija correctamente contra la dirección del viento y se fija allí mediante el accionamiento del freno de guiñada 3 (Etapas (23), (24) de la Figura 8).

55 Como se ha descrito anteriormente, en este control de guiñada, la turbina eólica adecuada 100A que comprende palas 101, un rotor 105, y una góndola 102 se fija siempre en el intervalo predeterminado de ángulos contra la dirección del viento, y cuando la desviación del ángulo de la dirección del viento de esa del plano de giro de las palas excede el valor predeterminado (dirección de la superficie significa una dirección perpendicular a la superficie), el freno de guiñada se libera para hacer girar la turbina eólica adecuada 100A de modo que se dirige contra la dirección del viento y se fija allí.

60 Por otro lado, la interrupción del suministro eléctrico se produce debido al fallo en el generador o circuito eléctrico y el control de guiñada por el giro del motor de guiñada 30 es imposible (Etapa (10) de las Figuras 7 y 8), la interrupción del suministro eléctrico se detecta por el detector de interrupción del suministro eléctrico 8 y la señal detectada se introduce en la parte de control de la batería 14.

65

- La parte de control de la batería 14 envía una señal de entrada de potencia de la batería en el interruptor de la batería 5 para encenderla para introducir potencia eléctrica en el lado del controlador de la batería 5 (Etapa (11) de las Figuras 7 y 8), y la góndola 102 se gira en 180° de una posición contra el viento hacia el lado trasero para cambiar a una posición a favor del viento (Etapa (5) de las Figuras 7 y 8) de manera similar a como se ha realizado por la parte de control de la dirección de góndola 13.
- 5
- Dado que la bobina electromagnética 20b del freno del motor 20 no se energiza, debido a la interrupción del suministro eléctrico, el freno del motor 20 se acciona automáticamente como se ha mencionado anteriormente.
- 10
- Mediante el funcionamiento mencionado anteriormente, la turbina eólica se hace funcionar con la turbina eólica adecuada 100A siguiendo naturalmente el viento a medida que se frena por el freno del motor 20 adecuadamente en la medida en que un daño no se produce en el motor de guiñada 30 causado por el momento de giro indebidamente elevado.
- 15
- Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la segunda realización, la turbina eólica se ralentiza cuando la velocidad del viento que actúa sobre las palas 101 es mayor que la velocidad del viento de corte V_c , a continuación, cuando la velocidad del viento que actúa sobre las palas 101 es mayor que el velocidad del viento DWSS V_d que se determina basándose en una velocidad instantánea máxima permisible del viento (velocidad instantánea máxima que corresponde a una velocidad del viento a la que la tensión en una parte crítica de la turbina eólica adecuada causada por la fuerza del viento que actúa sobre las palas es menor en $3 \sim 4\sigma$ (σ es la desviación estándar como se ha explicado anteriormente) que la tensión crítica permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de la resistencia de la misma), el controlador 10 permite que la góndola 102 cambie de una posición contra el viento a una posición a favor del viento por medio del dispositivo de conducción góndola 4, el freno de guiñada 3 se libera, y el giro de la góndola se ve restringido por la fuerza de frenado adecuada del freno del motor 20.
- 20
- 25
- Por lo tanto, incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente, no es necesario cambiar con frecuencia la góndola 102 de una posición contra el viento a una posición a favor del viento, ya que la turbina eólica se pone primero en un estado de funcionamiento al ralentí cuando la velocidad del viento está por encima de la velocidad del viento de corte, y después la góndola 102 cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento, cuando la velocidad del viento es igual a dicha velocidad del viento DWSS V_d determinada basándose en la velocidad instantánea máxima del viento permisible para la turbina eólica adecuada desde el punto de vista de la resistencia de la misma.
- 30
- 35
- Dado que se evita el cambio frecuente de la góndola 102 de una posición contra el viento a una posición a favor del viento, incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente y la góndola puede cambiar suavemente de una posición contra el viento a una posición a favor del viento solo cuando la velocidad del viento media real supera la velocidad instantánea máxima del viento permisible, la capacidad de control de la turbina eólica adecuada 100A se mejora sustancialmente.
- 40
- La Figura 9 muestra un diagrama de flujo de control cuando la góndola 102 que ha cambiado a una posición a favor del viento retorna a una posición contra el viento.
- 45
- Haciendo referencia a la Figura 9, cuando la turbina eólica adecuada 100A que funciona de forma natural siguiendo la dirección del viento en una posición a favor del viento (Etapa (9) de la Figura 9) como se ha descrito anteriormente, retorna a una posición contra el viento, la velocidad del viento detectada (Etapa (10) de la Figura 9), y cuando el velocidad del viento detectada V es igual a o menor que la velocidad del viento V_e para el retorno a la posición contra el viento (cuando $V \leq V_e$) (Etapa (11) de la Figura 9), el freno de guiñada 3 se libera (Etapa (12) de la Figura 9) y también se libera el freno del motor 20 (Etapa (13) de la Figura 9) para permitir que la góndola 102 se haga girar para cambiar de la posición a favor del viento a la posición contra el viento (Etapa (14) de la Figura 9).
- 50
- Después de retornar a la posición en contra del viento, la turbina eólica se hace funcionar bajo el control de guiñada normal mientras se repite la detección de la velocidad del viento en los intervalos de tiempo predeterminados y se repite la liberación y la fijación del freno de guiñada con el freno del motor 20 liberado.
- 55
- 60
- Para ser más específicos, como se muestra en la Figura 9, la velocidad del viento se detecta a intervalos de tiempo predeterminados (Etapa (219) de la Figura 9). Cuando la dirección del viento es superior a la desviación del ángulo predeterminada (Etapa (22) de la Figura 9), el freno de guiñada 3 se libera y se permite que la góndola 102 se haga girar a un ángulo predeterminado en un plano horizontal alrededor del eje de giro 104 hasta la posición, el plano de giro de las palas se orienta directamente contra el viento (Etapa (24) de la Figura 9), y el control del freno de guiñada se realiza para aplicar el freno de guiñada para fijar la góndola en la posición (Etapa (23) de la Figura 9).
- Se determina que la velocidad del viento V_e para retornar a una posición contra el viento después de cambiar de una posición contra el viento a una posición a favor del viento es inferior a la velocidad intermedia entre la velocidad del viento DWSS V_d y velocidad del viento de corte V_c .
- 65

Mediante esta determinación de VE, la histéresis resulta en el bucle de conmutación de posiciones, es decir, bucle contra el viento→a favor del viento→contra el viento, y la góndola no cambia para retornar hacia el lado inverso por un pequeño cambio en la velocidad del viento, lo que da como resultado el cambio estable de una posición contra el viento a una posición a favor del viento.

5 La Figura 10 muestra otro ejemplo de un diagrama de flujo de control del cambio de una posición contra el viento a una posición a favor del viento cuando ocurre interrupción del suministro eléctrico mientras funciona en la posición contra el viento.

10 En la Figura 10, cuando se envía una señal de interrupción del suministro eléctrico desde el detector de interrupción del suministro eléctrico 8 (Etapa (15) de la Figura 10) mientras funciona en una posición contra el viento (Etapa (1) de la Figura 10), se acciona la batería 5 (Etapa (11) de las Figuras 7 y 10), y, o bien los siguientes dos métodos de control se seleccionan dependiendo de la velocidad del viento (Etapa (26) de la Figura 10).

15 Cuando la velocidad del viento es igual o menor que el valor umbral predeterminado, se selecciona el primer método de control, en el que el freno de guiñada 3 se aplica como de costumbre (Etapa (16) de la Figura 10), y la turbina eólica adecuada 100A se fija en la posición contra el viento como se ha hecho (Etapa (17) de las Figuras 7 y 10).

20 Cuando la velocidad del viento es mayor que el valor umbral predeterminado, se selecciona el segundo método de control, en el que el freno de guiñada 3 se libera gradualmente a una velocidad de liberación menor que una velocidad determinada (Etapa (18) de las Figuras 7 y 10), y la góndola 102 se hace girar para cambiar a una posición a favor del viento (Etapa (19) de las Figuras 7 y 10).

25 Mediante una composición como esta, la turbina eólica adecuada 100A puede cambiar a una posición a favor del viento con suavidad y sin fuerzas indebidas que actúan sobre los dispositivos de control de guiñada, tales como el motor de guiñada 20 liberando el freno de guiñada 3 gradualmente de una posición contra el viento cuando un viento fuerte actúa sobre las palas de la turbina eólica adecuada.

30 **Aplicabilidad industrial**

30 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, la turbina eólica adecuada se hace girar en 180° de una posición contra el viento normal, hacia la posición trasera, para cambiar una posición a favor del viento y se fija allí cuando la velocidad del viento es mayor de la velocidad del viento de corte establecida de antemano en el controlador cuando se produce una ráfaga de viento o viento fuerte, y la turbina eólica se pone en un estado de espera en la posición a favor del viento. Por lo tanto, la turbina eólica puede seguir la dirección del viento sin control de guiñada específico, para que el viento que sopla en una dirección inclinada con respecto al plano de giro de las palas actúe para dirigir el eje de giro del rotor con las palas en la dirección del viento.

40 Mediante esto, incluso cuando un viento fuerte actúa sobre las palas en una dirección inclinada con respecto al plano de giro de las palas, se permite que el rotor siga automáticamente la dirección del viento y se evita que una carga irregular, indebida actúe sobre las palas en una dirección inclinada, lo que da como resultado evitar el daño de las palas debido a la carga indebida.

45 Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, liberando el freno de guiñada y manteniéndolo en el estado liberado después que la turbina eólica adecuada cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento y se fija allí por el dispositivo de control, el rendimiento siguiente de la turbina eólica adecuada 100A para cambiar la dirección del viento se mejora, y la acción de una carga irregular, indebida en las palas 101 cuando el sopla viento fuerte sobre las palas 101 en dirección inclinada se puede evitar con mayor certeza.

50 Aún más, de acuerdo con la presente invención, se permite que la turbina eólica adecuada pase de una posición contra el viento a una posición a favor del viento y se mantenga allí en una condición de espera y, a continuación el freno de guiñada se libera por el controlador en caso de que el control de guiñada se vuelva imposible cuando se produce la interrupción del suministro eléctrico debido al fallo de los equipos de generación inducido por una ráfaga de viento o viento fuerte. Por lo tanto, cambiar la turbina eólica a una posición a favor del viento mediante el uso de la potencia de la batería existente y liberando después el freno de guiñada, la siguiente liberación de la turbina eólica adecuada 100A para el cambio en la dirección del viento es posible sin proporcionar una fuente de potencia eléctrica específica, y se puede evadir la acción de una carga irregular, indebida en las palas 101 cuando sopla viento fuerte sobre las palas 101 en la dirección inclinada.

60 Sin embargo, aún más, de acuerdo con la presente invención, se permite que la turbina eólica adecuada pase de una posición contra el viento a una posición a favor del viento por el controlador y el freno de guiñada se libera cuando la velocidad del viento que actúa sobre las palas es mayor que la velocidad del viento crítica DWSS (velocidad del viento para cambiar a un soporte blando a favor del viento) que se determina basándose en la velocidad instantánea máxima permisible del viento mayor que la velocidad del viento de corte y, al mismo tiempo la velocidad de giro de la turbina eólica está en el intervalo de velocidad al ralentí. Por lo tanto, la turbina eólica adecuada cambia de una posición contra el viento a una posición a favor del viento en función de la velocidad crítica

del viento (velocidad del viento DWSS) determinada basándose en la velocidad instantánea máxima permisible del viento incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente, y es posible cambiar la turbina eólica adecuada de una posición contra el viento a una posición a favor del viento solo cuando la velocidad del viento real es mayor que la velocidad instantánea máxima del viento permisible.

5 Por consiguiente, dado que el cambio frecuente de la turbina eólica adecuada de una posición contra el viento a una posición a favor del viento se evita incluso cuando la velocidad del viento fluctúa vigorosamente y la turbina eólica adecuada cambia suavemente de una posición contra el viento a una posición a favor del viento solo cuando la
10 velocidad del viento real supera la velocidad instantánea máxima del viento permisible, la capacidad de control de la turbina eólica adecuada 100A se mejora sustancialmente.

Aún así todavía, en funcionamiento normal, el control de guiñada se detiene después que la turbina eólica cambia a una posición a favor del viento, y se permite que la turbina eólica siga la dirección del viento en el caso de
15 interrupción del suministro eléctrico, por lo que cuando cargas irregulares actúan sobre las palas en direcciones inclinadas, se efectúa el momento de giro para que la turbina eólica adecuada corrija su dirección para seguir la dirección del viento. Como resultado, se evita el daño en las palas y en los componentes de giro debido a tales
cargas irregulares.

Adicionalmente, se evita la velocidad de giro indebidamente alta del motor de guiñada debido a dicho momento
20 correctivo y el daño del motor de guiñada debido a que se evita la velocidad de giro indebidamente alta restringiendo la velocidad de giro del motor de guiñada a través del accionamiento del freno del motor para restringir el giro del motor de guiñada.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica de tipo contra el viento que comprende
 5 una turbina eólica adecuada (100A) que comprende una góndola (102) soportada para su giro alrededor de un eje de giro (104) sobre un soporte (106) erguido sobre el suelo o en un buque y un rotor (105) que tiene una pluralidad de palas (101), estando el rotor (105) proporcionado en la parte delantera de la góndola (102) y permitiendo ser girado por la fuerza de viento, accionando de este modo una maquinaria a través de un eje principal (103) conectado a dicho rotor (105),
 10 un mecanismo de accionamiento giratorio (1, 2, 30, 31) proporcionado entre dicho soporte (106) y dicha góndola (102) para hacer girar dicha turbina eólica adecuada (100A) alrededor de dicho eje de giro (104), incluyendo dicho mecanismo de accionamiento de giro (1, 2, 30, 31) un motor de guiñada (30) para el giro de dicha turbina eólica adecuada (100A) alrededor de dicho eje de giro (104),
 un freno de guiñada (3) para frenar el giro de la turbina eólica adecuada (100A), y
 15 un controlador (4, 10) para controlar, mediante la salida de una señal de control para hacer funcionar el motor de guiñada (30), el giro de dicha turbina eólica adecuada (100A) alrededor de dicho eje de giro (104) hacia una posición a favor del viento en un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° para mantener el rotor (105) en una condición de espera tras la recepción de al menos una de las señales de velocidad del viento (V), la velocidad de giro del rotor (105) y la anomalía de la maquinaria accionada,
 20 incluyendo dicho controlador un medio de control del funcionamiento del freno de guiñada (15) para liberar el freno de guiñada (3) cuando la turbina eólica adecuada (100A) está en la posición a favor del viento para permitir de este modo que la turbina eólica adecuada (100A) siga libremente los cambios en la dirección del viento.
2. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha señal de control es emitida cuando dicho controlador (4, 10) ha detectado que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101)
 25 es mayor que una velocidad del viento de corte (V_c), predeterminándose que dicha velocidad del viento de corte (V_c) como una velocidad del viento de referencia a la que la turbina eólica adecuada (100A) debe ser desconectada de la maquinaria accionada y cambiada a un estado de funcionamiento al ralentí de acuerdo con una carga indebida que sería ejercida sobre la turbina eólica adecuada (100A) mediante el aumento de la velocidad del viento, y que la turbina eólica adecuada (100A) es llevada a un estado de funcionamiento al ralentí por una interrupción de la conexión de la turbina eólica adecuada (100A) con la maquinaria accionada al recibir una señal detectada.
 30
3. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha señal de control es emitida cuando dicho controlador (4, 10) ha detectado que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101)
 35 es mayor que una velocidad del viento de corte (V_c), que la turbina eólica adecuada (100A) es llevada a un estado de funcionamiento al ralentí y que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) es mayor que una tercera velocidad del viento (V_d) que es determinada en consideración de la resistencia de la turbina eólica adecuada (100A) y que es mayor que dicha velocidad del viento de corte (V_c).
4. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 3, en la que dicha tercera velocidad del
 40 viento (V_d) es una velocidad del viento de referencia a la que la turbina eólica adecuada (100A) tiene que cambiar a un soporte suave a favor del viento y que es la velocidad del viento a la que la fuerza del viento que actúa sobre la turbina eólica adecuada (100A) es menor, en una cierta cantidad, que la fuerza crítica permisible para la turbina eólica adecuada (100A) desde el punto de vista de su resistencia.
- 45 5. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en la que dicho controlador (4, 10) está adaptado para emitir una señal de reanudación para permitir que la turbina eólica adecuada (100A) retorne a una posición contra el viento original desde de la posición a favor del viento cuando se comprueba que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) es mayor que dicha velocidad del viento de corte (V_c) y menor que dicha tercera velocidad del viento (V_d).
 50
6. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, que comprende además
 un detector de la velocidad del viento (6) para la detección de la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) y un detector de la velocidad de giro de la turbina eólica (7) para detectar la velocidad de giro de dicho eje
 55 principal (103), y
 en la que dicho controlador (4, 10) está provisto de un medio (12) para comparar la velocidad del viento (V) detectada por dicho detector de la velocidad del viento (6) con la velocidad del viento corte (V_c) predeterminada y de un medio (13) para detectar si la turbina eólica adecuada (100A) está en un estado de funcionamiento al ralentí basándose en la señal de la velocidad de giro de la turbina eólica introducida desde dicho detector de la velocidad de giro de la
 60 turbina eólica (7) cuando la velocidad del viento (V) detectada es mayor que la velocidad del viento de corte (V_c).
7. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que un cuerpo de accionamiento de giro integrado en dicho mecanismo de accionamiento giratorio (1, 2, 3, 30, 31) está provisto de un medio de freno (20), y la fuerza de giro para hacer girar la turbina eólica adecuada (100A) puede ser amortiguada por dicho medio de freno (20) cuando se hace girar de una posición contra el viento a la posición a favor del viento.
 65

8. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que una unidad de generación eléctrica (300) está conectada a dicho eje principal (103) como la maquinaria accionada, un detector de interrupción del suministro eléctrico (8) es proporcionado para detectar la interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica (300), y
- 5 dicho controlador (4, 10) está provisto de un medio de control de la batería (14) para accionar una batería (5) para permitir que la turbina eólica adecuada (100A) gire de una posición contra el viento a la posición a favor del viento cuando una señal que indica la detección de una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica (300) es introducida desde dicho detector de interrupción del suministro eléctrico (8).
- 10 9. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el motor de guiñada (30) es también para realizar el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada (100A), un freno del motor de guiñada (20) es proporcionado para frenar el giro del mismo, y
- 15 dicho controlador (4, 10) permite que el control de guiñada sea detenido, que dicho freno de guiñada (3) sea liberado y que dicho freno del motor de guiñada (20) se aplique para permitir que la turbina eólica adecuada (100A) siga de manera natural la dirección del viento después que la turbina eólica adecuada (100A) cambia a la posición a favor del viento.
- 20 10. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que una unidad de generación eléctrica (300) está conectada a dicho eje principal (103) como la maquinaria accionada, un detector de interrupción del suministro eléctrico (8) es proporcionado para detectar una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica (300), el motor de guiñada (30) es también para realizar el control de guiñada (control en azimut) de la turbina eólica adecuada (100A),
- 25 un freno del motor de guiñada (20) es proporcionado para frenar el giro del mismo, y dicho controlador (4, 10) permite que dicho freno de guiñada (3) sea liberado y que dicho freno del motor de guiñada (20) se aplique para permitir la restricción de la velocidad de revolución de la turbina eólica adecuada (100A) de una posición contra el viento a la posición a favor del viento cuando una señal que indica la detección de una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica (300) es introducida desde dicho detector de
- 30 interrupción del suministro eléctrico (8).
- 35 11. La turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que una unidad de generación eléctrica (300) está conectada a dicho eje principal (103) como la maquinaria accionada, un detector de interrupción del suministro eléctrico (8) es proporcionado para detectar una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica (300), y dicho controlador (4, 10) permite que dicho freno de guiñada (3) se libere lentamente a una velocidad baja y que dicha turbina eólica adecuada (100A) gire de una posición contra el viento a la posición a favor del viento cuando una señal que indica la detección de una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación eléctrica es introducida desde dicho detector de interrupción del suministro eléctrico (8).
- 40 12. Un método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento que comprende una turbina eólica adecuada (100A) que comprende una góndola (102) soportada para su giro alrededor de un eje de giro (104) sobre un soporte (106) erguido sobre el suelo o en un buque o en un rotor (105) que tiene una pluralidad de palas (101), estando el rotor (105) proporcionado en una parte delantera de la góndola (102) y permitiendo ser girado por la
- 45 fuerza del viento, accionando de este modo una maquinaria a través de un eje principal (103) conectado a dicho rotor (105), comprendiendo dicho método la siguiente etapa o etapas:
- hacer girar, por el funcionamiento de un motor de guiñada (30) para hacer girar dicha turbina eólica adecuada (100A) alrededor de dicho eje de giro (104), dicha turbina eólica adecuada (100A) hacia una posición a favor del
- 50 viento en un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° para mantener el rotor (105) en una condición de espera tras la recepción de al menos una de las señales de velocidad del viento (V), la velocidad de giro del rotor (105) y la anomalía de la maquinaria accionada, y liberar un freno de guiñada (3) que es para frenar el giro de la turbina eólica adecuada (100A) para permitir que la turbina eólica adecuada (100A) se mantenga en una condición de espera en la que puede girar libremente
- 55 siguiendo la dirección del viento después que la turbina eólica adecuada (100A) se ha hecho girar a la posición a favor del viento.
- 60 13. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la turbina eólica adecuada (100A) es girada en un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° después de que la turbina eólica adecuada (100A) es llevada a un estado de funcionamiento al ralentí tras la detección de que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) es mayor que una velocidad del viento de corte (Vc) que es una velocidad del viento de referencia para cambiar al estado de funcionamiento al ralentí.
- 65 14. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la turbina eólica adecuada (100A) es girada en un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° basándose en la detección de que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) es mayor que la velocidad del viento de

corte (V_c) y después de la detección adicional de que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) es mayor que una velocidad instantánea máxima del viento (V_d) después que se ha detectado que la turbina eólica adecuada (100A) es llevada al estado de funcionamiento al ralentí.

- 5 15. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que dicha velocidad instantánea máxima del viento (V_d) es una velocidad del viento a la que la turbina eólica adecuada (100A) se debe desplazar a un soporte suave a favor del viento y que es la velocidad del viento a la que la fuerza del viento que actúa sobre la turbina eólica adecuada (100A) es menor, en una cierta cantidad, que una fuerza crítica permisible para la turbina eólica adecuada (100A) desde el punto de vista de su resistencia.
- 10 16. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento acuerdo con la reivindicación 15, en el que la turbina eólica adecuada (100A) es devuelta a una posición contra el viento original desde el estado de funcionamiento al ralentí en la posición a favor del viento después que se comprueba que la velocidad del viento (V) que actúa sobre las palas (101) en dicha condición de espera es igual o inferior a la velocidad instantánea máxima del viento (V_d).
- 15 17. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que dicho estado de funcionamiento al ralentí es detectado por una señal de detección de la velocidad de giro de la turbina eólica.
- 20 18. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en el que una fuerza para el giro de la turbina eólica adecuada (100A) está amortiguada por un medio de freno (20) cuando se hace girar de una posición contra el viento a la posición a favor del viento.
- 25 19. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, en el que el control de guiñada (control en azimut) para cambiar la dirección de la turbina eólica adecuada (100A) de acuerdo con la dirección del viento es realizado después que es girada a la posición a favor del viento.
- 30 20. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 19, en el que un/el freno de guiñada (3) para frenar el giro de la turbina eólica adecuada (100A) es liberado, y se permite que la turbina eólica adecuada (100A) siga de modo natural el viento para girar hacia la posición a favor del viento, mientras se acciona un freno del motor de guiñada (20) para frenar el giro del motor de guiñada (30).
- 35 21. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 20, en el que, durante el funcionamiento de dicha turbina eólica de tipo contra el viento que tiene un generador eléctrico (300) conectado a su eje principal (103) como dicha maquinaria accionada, la turbina eólica adecuada (100A) es girada en un ángulo arbitrario de entre 90° y 270° mediante el accionamiento de una batería (5) cuando se detecta una interrupción del suministro eléctrico de la unidad de generación (300).
- 40 22. El método de funcionamiento de una turbina eólica de tipo contra el viento de acuerdo con la reivindicación 21, en el que, cuando se detecta una interrupción del suministro eléctrico de dicha unidad de generación de turbina eólica (300), un/el freno de guiñada (3) para frenar el giro de dicha turbina eólica adecuada (100A) es liberado, la batería (5) es accionada para girar la turbina eólica adecuada (100A) alrededor del eje de giro (104) sobre el soporte, mientras se acciona el motor de guiñada (30) para frenar el giro del motor de guiñada (30).
- 45

FIG. 2

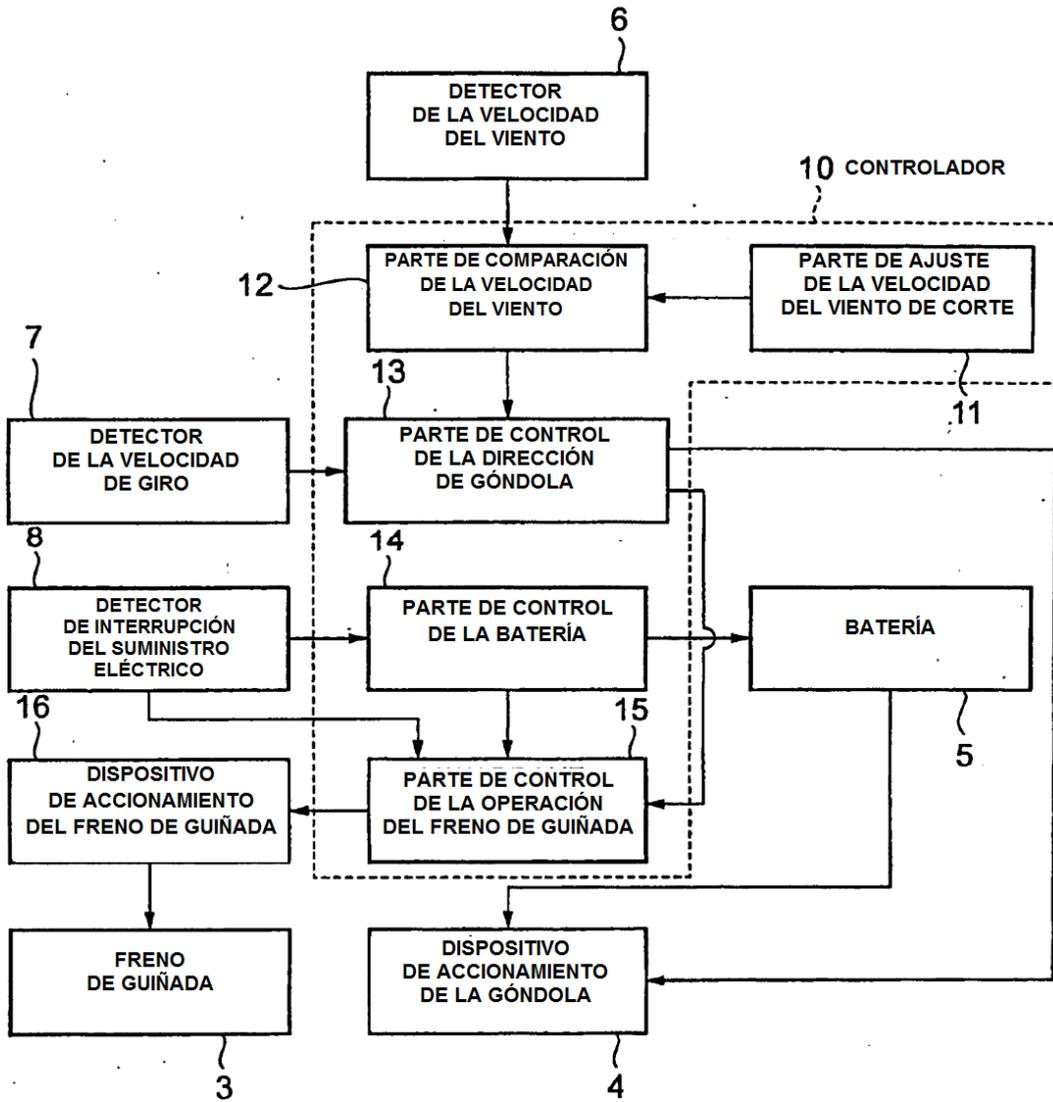


FIG. 4

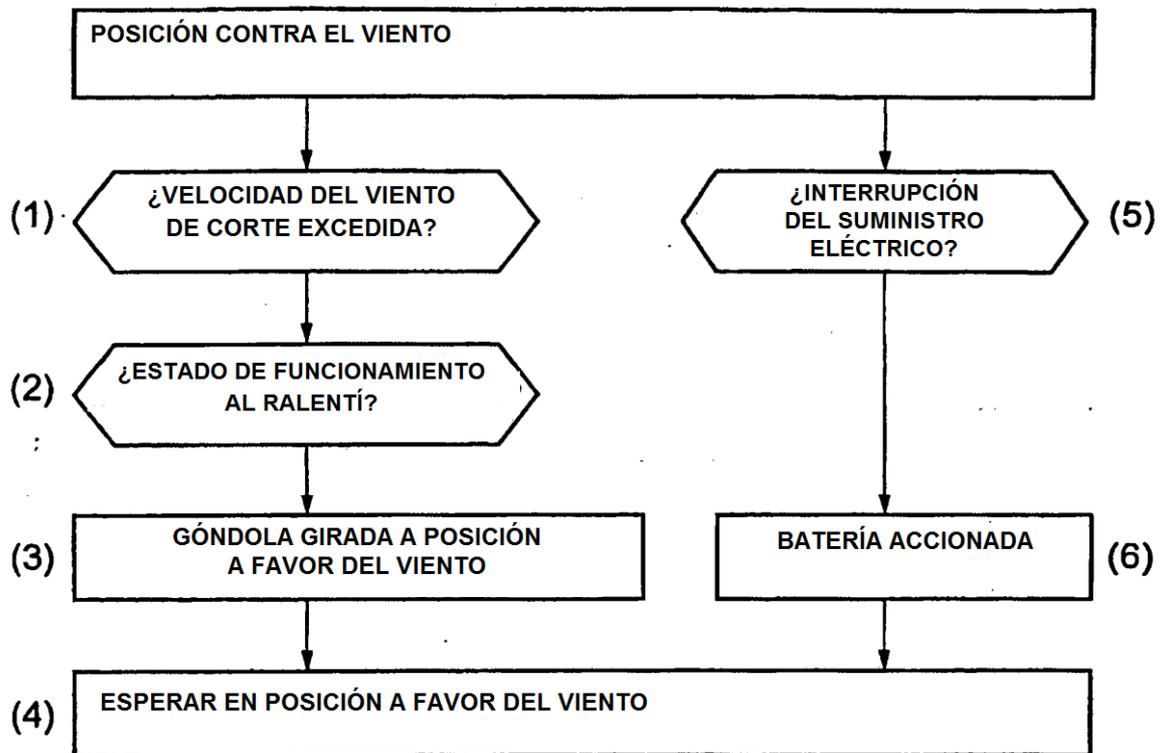


FIG. 6

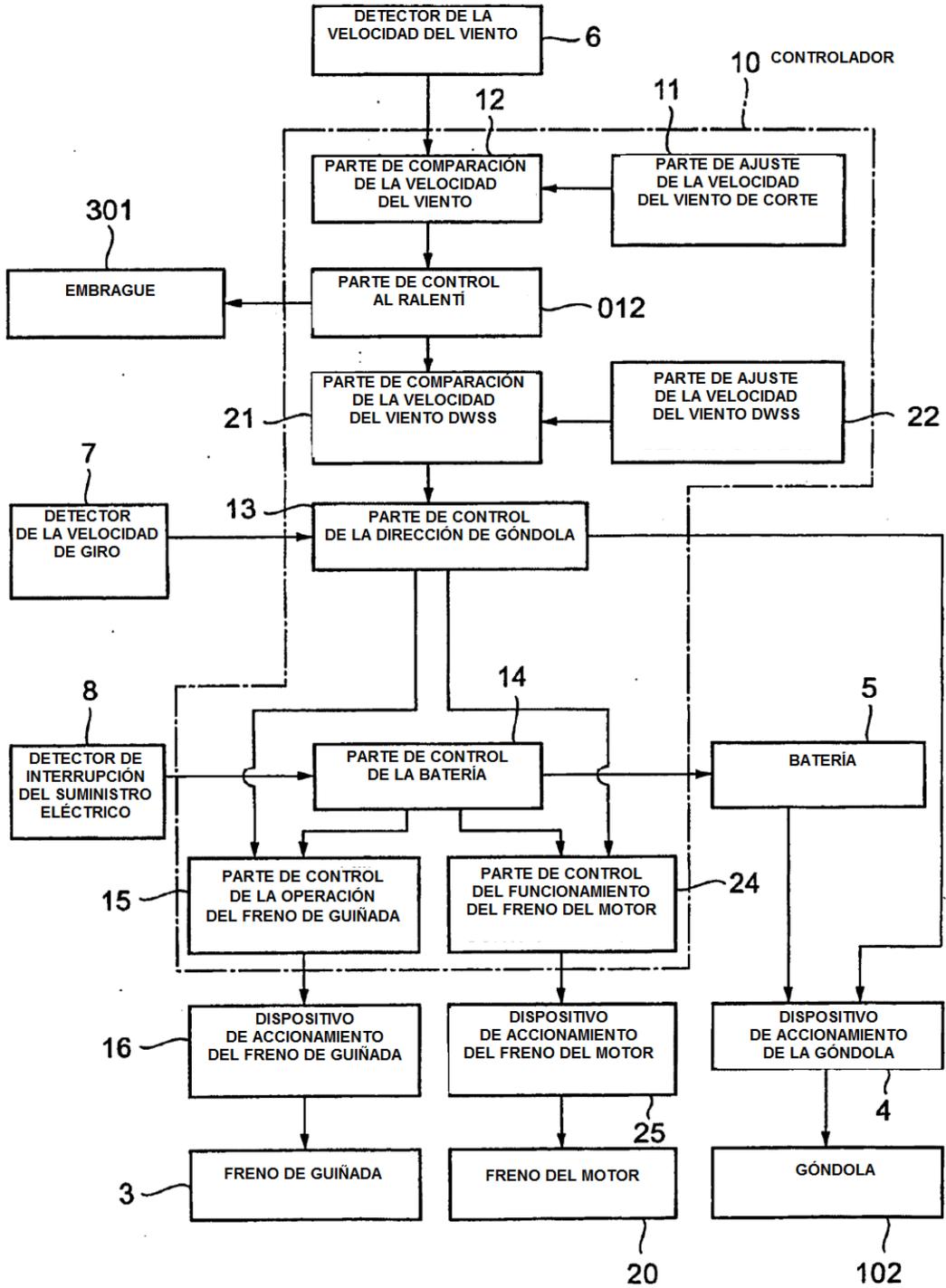


FIG. 7

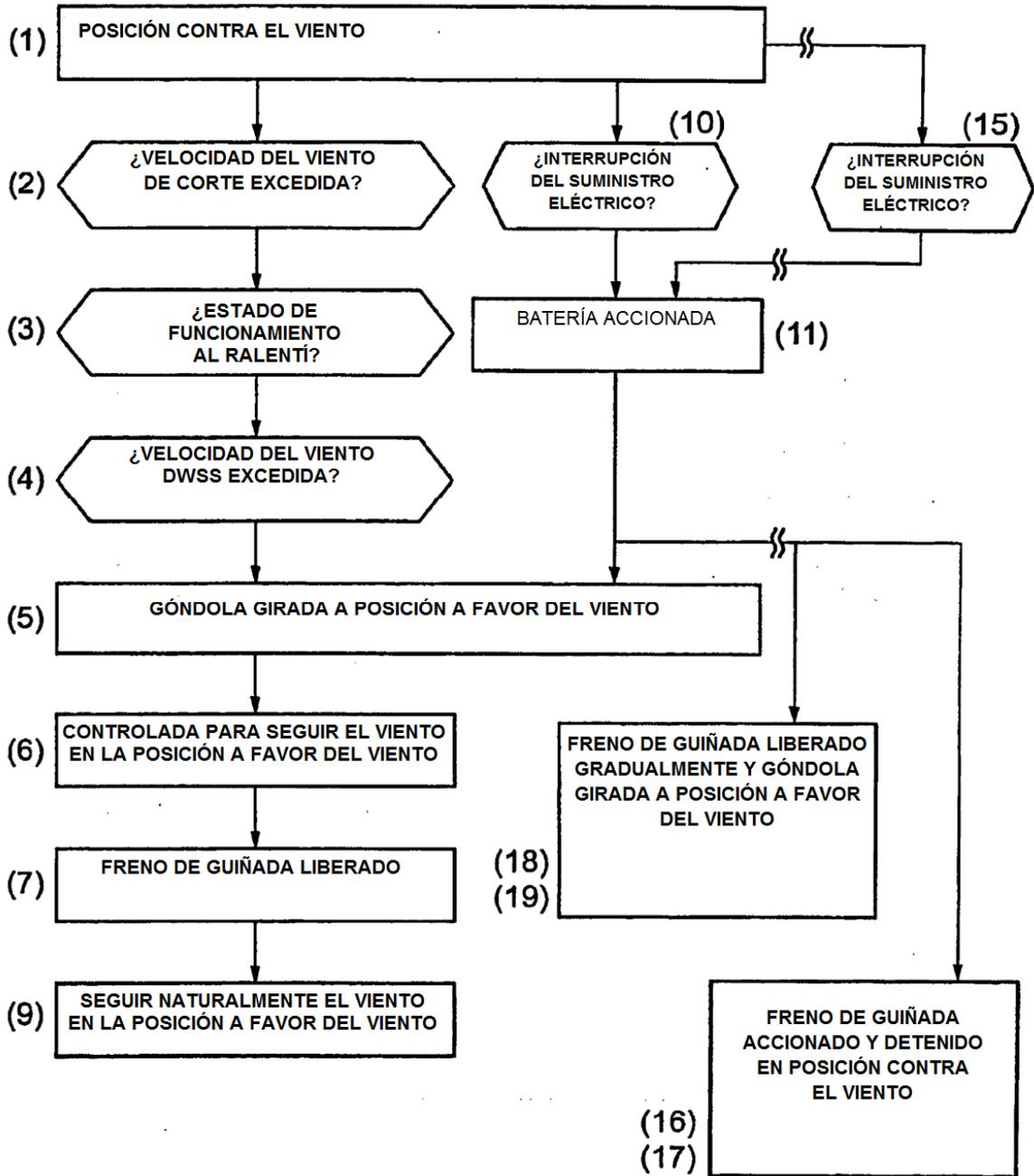


FIG. 8

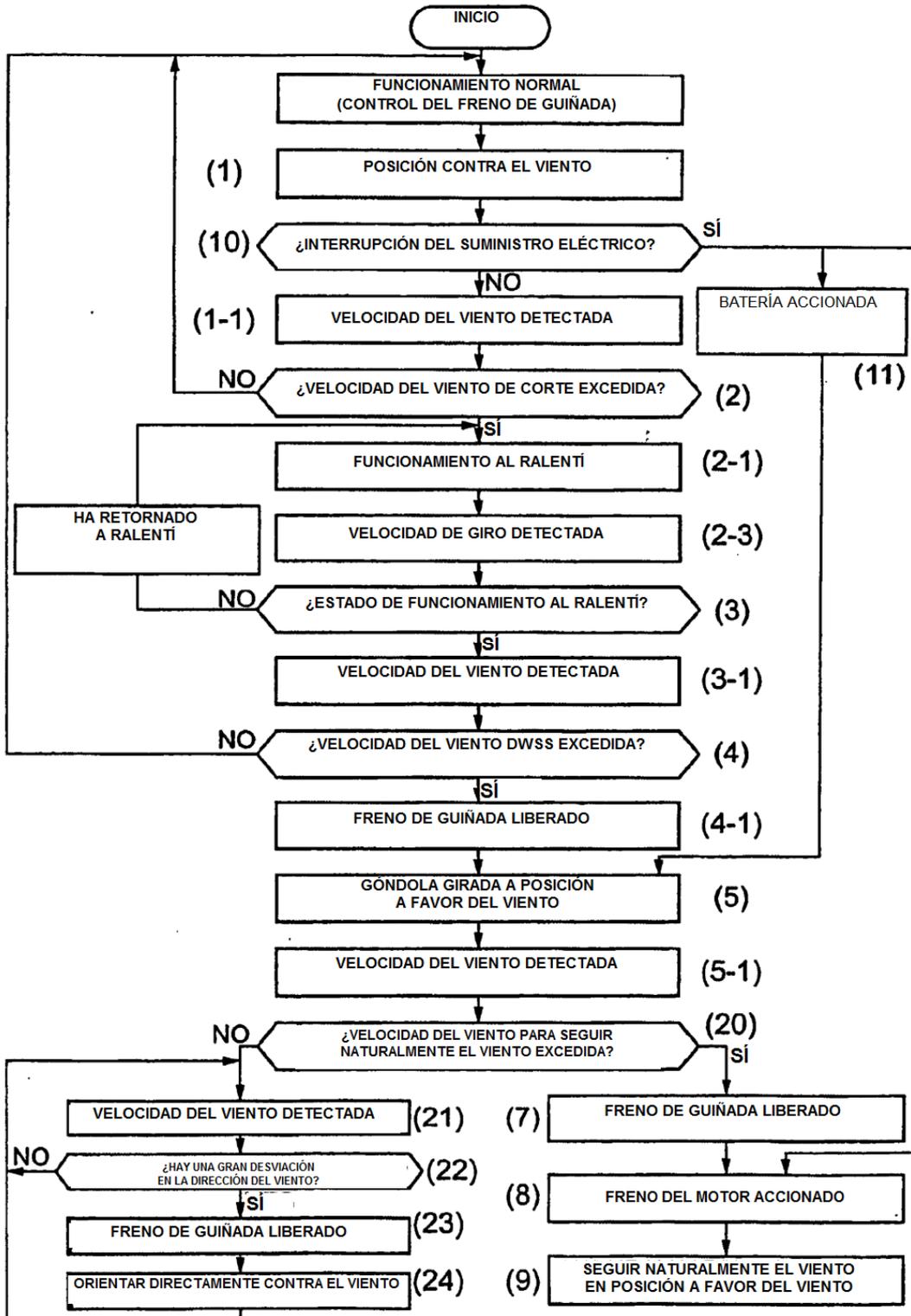


FIG. 9

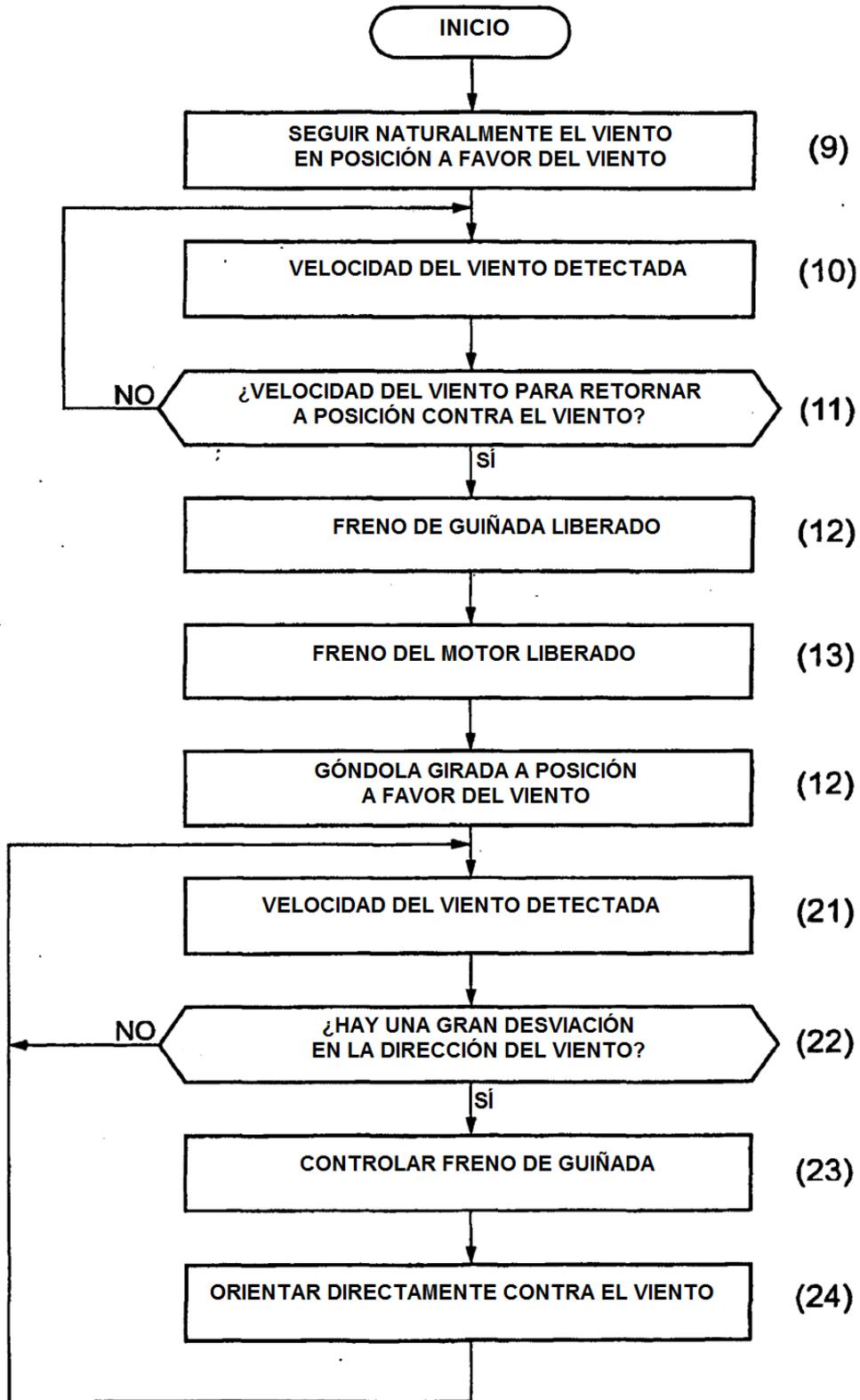


FIG. 10

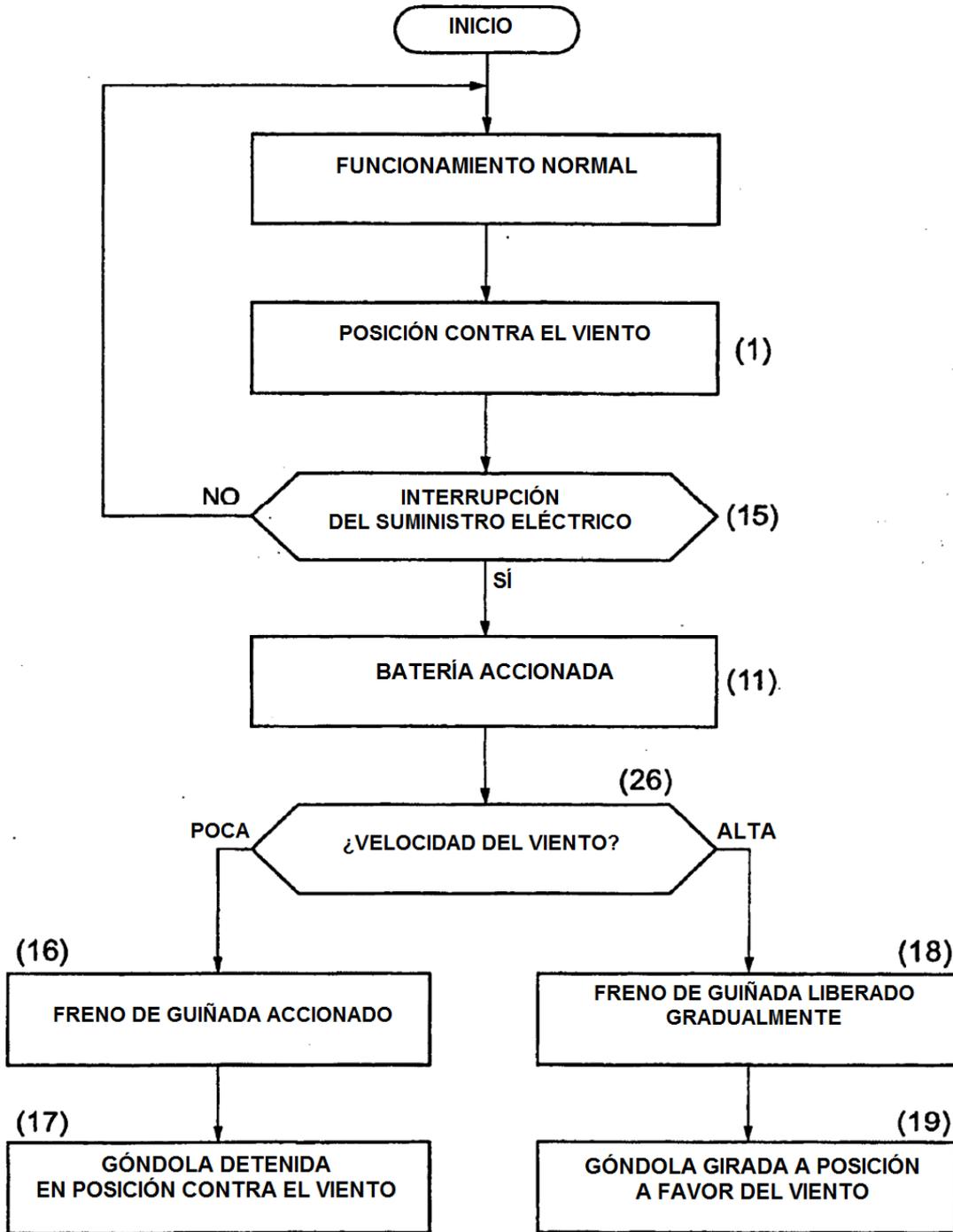


FIG. 11

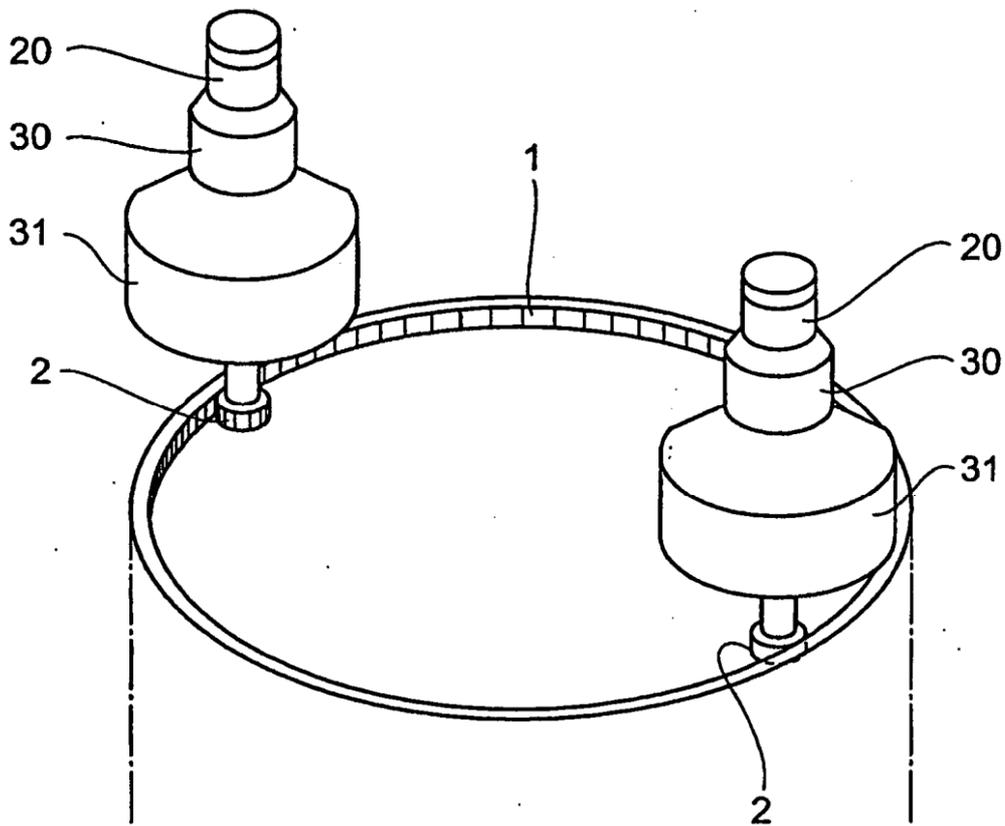


FIG. 12

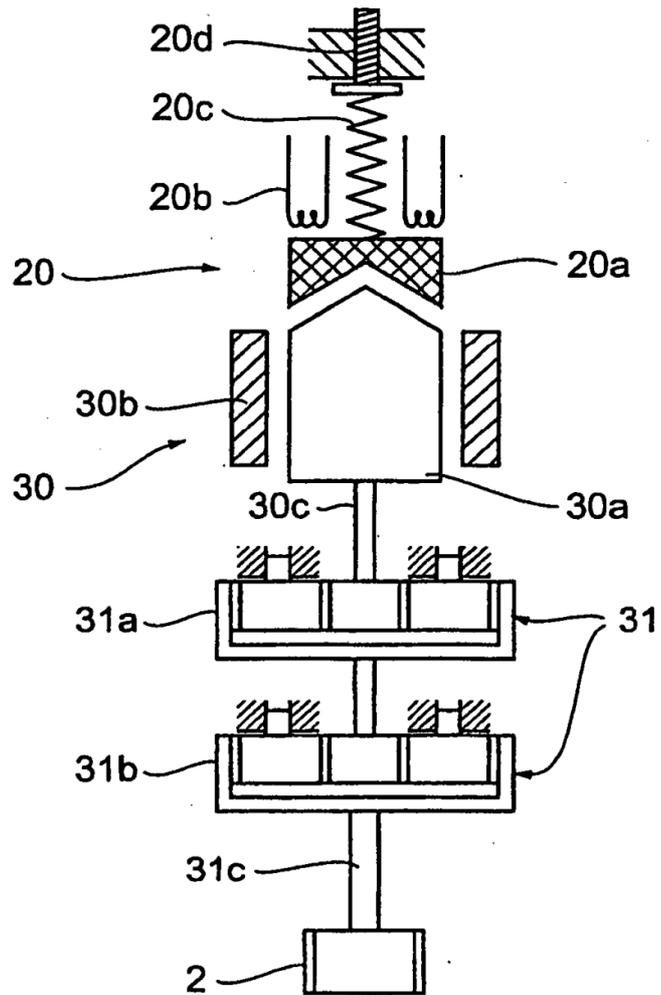


FIG. 13(A)

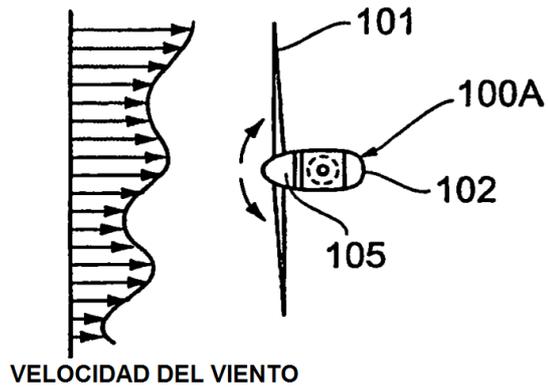


FIG. 13(B)

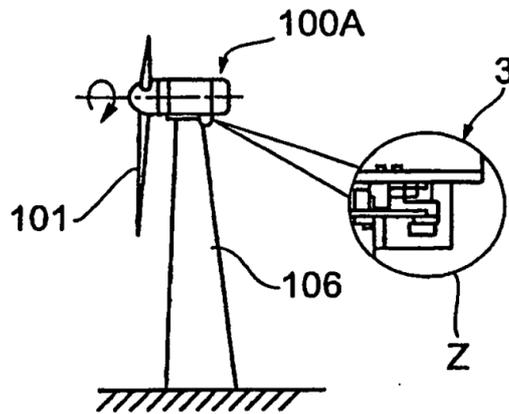


FIG. 14

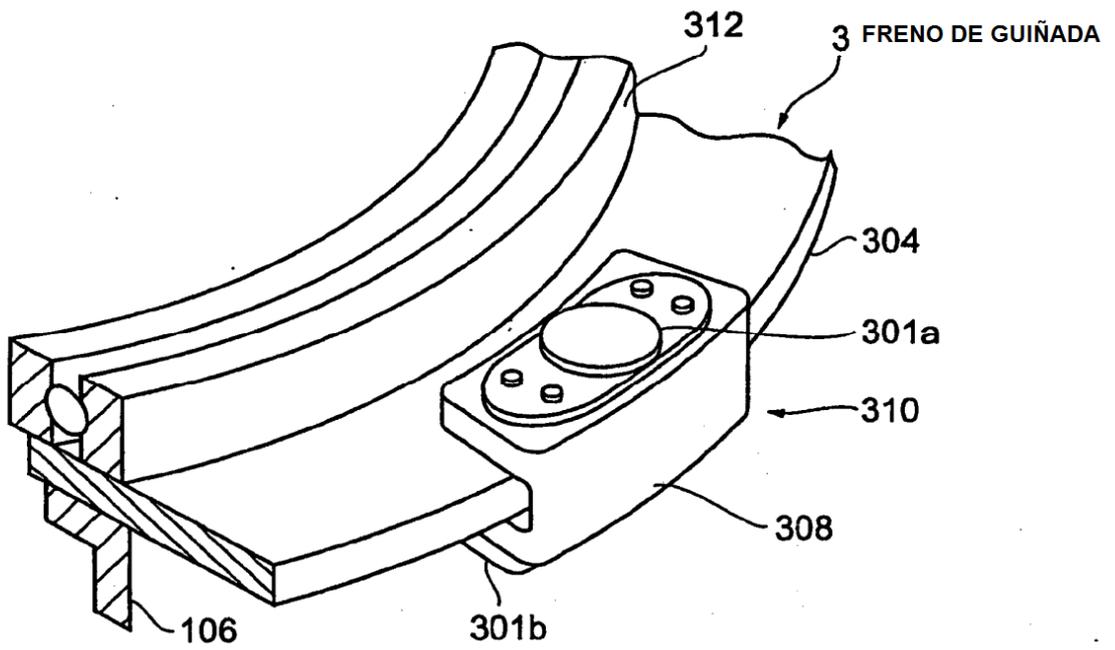


FIG. 15

