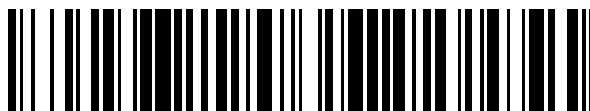


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 675**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2016 PCT/CN2016/105314**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17107693**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2016 E 16877504 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3290689**

54 Título: **Medio de almacenamiento informático, producto de programa informático, y método de control de guiñada y aparato de unidad de generación de energía eólica**

30 Prioridad:

24.12.2015 CN 201510993249

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

22.10.2020

73 Titular/es:

**BEIJING GOLDWIND SCIENCE & CREATION
WINDPOWER EQUIPMENT CO. LTD. (100.0%)
No. 19 Kangding Road, Economic &
Technological, Development Zone
Daxing, Beijing 100176, CN**

72 Inventor/es:

**JIANG, YONGQIANG y
QIAO, ZHIQIANG**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 788 675 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

Medio de almacenamiento informático, producto de programa informático, y método de control de guiñada y aparato de unidad de generación de energía eólica

Campo técnico

La presente solicitud se refiere al campo de la tecnología de energía eólica, y más particularmente, a un medio de almacenamiento informático, a un producto de programa informático, a un método y a un aparato para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica.

Antecedentes

Un sistema de control de guiñada, que es un componente importante de un sistema de generador de turbina eólica (a continuación en el presente documento denominado sistema de generador), se usa para controlar la posición de un sistema de generador relativo al viento para orientarse con respecto al viento en el lado delantero, para aumentar la eficiencia de absorción de energía eólica y para reducir eficazmente cargas asimétricas debido a impulsores no orientados directamente con respecto al viento. El objetivo de un sistema de control de guiñada es mantener un sistema de generador funcionando en un intervalo de dirección del viento con alta eficiencia de absorción de energía eólica tanto como sea posible.

Sin embargo, el control de guiñada es susceptible al efecto de cizalladura del viento, dando como resultado una menor precisión de referencia proporcionada para la guiñada del sistema de generador de turbina eólica, que reduce la precisión de la guiñada del sistema de generador, y dificulta la mejora en la tasa de utilización de la energía eólica.

El documento EP 1460266 A2 da a conocer un sistema de generación de energía eólica que incluye un generador de energía eólica y una aeropaleta láser o bien montada en el generador de energía eólica mencionado o bien dispuesta cerca del generador de energía eólica, y en el que la aeropaleta láser mencionada observa la dirección y velocidad del viento que sopla hacia el generador de energía eólica mencionado, al menos o bien el ángulo de guiñada o el ángulo de paso del generador de energía eólica mencionado se controla basándose en los resultados obtenidos mediante la observación, mediante lo cual se controla el rendimiento del sistema de generación de energía eólica que incluye el generador de energía eólica. (Véase el párrafo [0008])

Sumario

Un primer aspecto de la presente solicitud proporciona un método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que incluye: obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento; realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de la condición del viento para obtener un ángulo de dirección de energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

Un segundo aspecto de la presente solicitud proporciona un aparato para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que incluye: un módulo de adquisición de parámetros, configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento; un módulo de generación de ángulo de dirección, configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y un módulo de control de guiñada, configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

Un tercer aspecto de la presente solicitud proporciona un aparato para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que incluye: un dispositivo de adquisición configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento; un procesador, configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y un controlador, configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal. Un cuarto aspecto de la presente solicitud proporciona un medio de

almacenamiento informático, que almacena programas informáticos que cuando se ejecutan mediante un procesador informático hacen que el procesador informático ejecute el dicho método para el control de guiñada.

- 5 Un quinto aspecto de la presente solicitud proporciona un producto de programa informático, que incluye un programa informático, que puede leerse mediante un medio de almacenamiento informático, y hace que un ordenador realice el dicho método para el control de guiñada.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- la figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- 15 la figura 3 es un diagrama a modo de ejemplo de una operación de descomposición vectorial del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- la figura 4 es un diagrama a modo de ejemplo de una operación de composición vectorial del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- 20 la figura 5 es otro diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- 25 la figura 6 es aún otro diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud;
- la figura 7 es un diagrama esquemático de un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud; y
- 30 la figura 8 es un diagrama esquemático de un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud.

Descripción de realizaciones

- 35 Algunas implementaciones de la presente solicitud se describirán con detalle a continuación, en combinación con los dibujos adjuntos. Las siguientes realizaciones y las características de las siguientes realizaciones pueden combinarse mutuamente con la condición de no conflicto.
- 40 La figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud, tal como se muestra en la figura 1, el método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica incluye:
- 45 Etapa 11: obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada.
- En algunas realizaciones, el parámetro de una condición del viento puede incluir un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento. El parámetro de una condición del viento puede medirse y almacenarse mediante dispositivos de medición del viento en tiempo real, tal como el ángulo de dirección del viento θ_i en el momento t_i y una velocidad del viento v_{ij} correspondiente.
- 50 Donde los dispositivos de medición del viento incluyen, pero no se limitan a, un anemómetro y un anemoscopio. En aplicaciones prácticas, el empleo del anemómetro y del anemoscopio puede reducir el coste del control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica. Además del anemómetro y del anemoscopio, también pueden emplearse otros dispositivos que pueden obtener un parámetro de una condición del viento como un radar láser o un dispositivo de ultrasonidos para realizar una medición de datos.
- 55 Etapa 12: realizar análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada.
- 60 Después de la obtención del dicho parámetro de una condición del viento, tal como el ángulo de dirección del viento θ_i en el tiempo t_i y la velocidad del viento v_{ij} correspondiente, el análisis vectorial se realiza según el ángulo de dirección y la velocidad del viento en cada momento desde 0 s hasta t_i , para calcular un ángulo de dirección de energía eólica principal.
- 65 Etapa 13: controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el ángulo de dirección de la

energía eólica principal.

Según una realización a modo de ejemplo de la presente solicitud, la etapa 13 incluye: obtener un ángulo azimutal de una cabina del sistema de generador de turbina eólica en el momento actual; calcular un valor diferencial entre el ángulo de dirección de la energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina; controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial entre el ángulo de dirección de la energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina.

Después de la obtención del valor diferencial entre el ángulo de dirección de la energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina, el valor diferencial puede usarse para la determinación del control del sistema de guiñada para emplear operaciones de guiñada correspondientes. Los métodos y operaciones de determinación específicos que llevan a cabo la guiñada no se limitan en la presente realización.

En algunas realizaciones, la presente realización proporciona una implementación de controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial entre el ángulo de dirección de la energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina, tal como sigue: buscar un umbral de desviación de guiñada que corresponde a una velocidad del viento actual en una tabla de planificación preestablecida de una ganancia de umbral de desviación de guiñada, en el que los umbrales de desviación de guiñada obtenidos a partir de simulaciones y la experiencia práctica de controlar la guiñada para determinar la planificación de la guiñada se almacenan en la dicha tabla de planificación de ganancia de umbral de desviación de guiñada. Si el dicho valor diferencial entre el ángulo de dirección de la energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina es mayor que el umbral de desviación de guiñada encontrado, se determina una indicación al sistema de generador para desencadenar operaciones de guiñada. El sistema de generador puede conseguir la guiñada basándose en un procedimiento de operaciones de guiñada.

El método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica de la presente solicitud realiza además un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para determinar un ángulo de dirección de la energía eólica principal, obteniendo un parámetro de una condición del viento en circunstancias del sistema de generador de turbina eólica durante una duración de tiempo predeterminada en tiempo real, de modo que se proporcionan datos relativamente precisos para el sistema de generador de turbina eólica, y la precisión de la guiñada del sistema de generador se mejora, aumentando de ese modo la tasa de utilización de energía eólica.

La figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud. Haciendo referencia a la figura 2, según una realización a modo de ejemplo de la presente solicitud, la etapa 12 puede incluir:

Etapa 1221: calcular un valor cúbico de la velocidad del viento que corresponde a cada momento en el periodo de tiempo predeterminado.

Etapa 1222: realizar una operación de descomposición vectorial en un valor cúbico correspondiente de la velocidad del viento, respectivamente, en un sistema de coordenadas geográficas, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento. En algunas realizaciones, realizar una operación de descomposición vectorial de v_j^3 en un sistema de coordenadas geográficas. La figura 3 es un diagrama a modo de ejemplo de una operación de descomposición vectorial del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud. Haciendo referencia a la figura 3, asumiendo que la dirección de 0 grados es la dirección x positiva, y la opuesta a la misma a la dirección x negativa; la dirección de 90 grados es la dirección y positiva, y la opuesta a la misma es la dirección y negativa, se usan las siguientes ecuación (1) y ecuación (2) para realizar una operación de descomposición de todos los parámetros de una condición del viento durante el dicho periodo de tiempo:

$$x = v_j^3 \cos \theta_i \dots (1)$$

$$y = v_j^3 \sin \theta_i \dots (2)$$

Etapa 1223: calcular el valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente.

En algunas realizaciones, con la condición de que la frecuencia de recogida de datos es h, cuya unidad es el hercio, la cantidad total de datos recogidos durante el periodo de tiempo anterior es:

$$N = h * t_j \dots (3)$$

Después de descomponer el parámetro de una condición del viento durante el periodo de tiempo desde 0 s hasta t_j en

los ejes de coordenadas mostrados en la figura 2, calcular el valor de suma del componente de cada eje usando las siguientes ecuación (4) y ecuación (5):

$$x_j = \sum_{i=0}^{i=j} v_{ij}^3 \cos \theta_i \dots (4)$$

$$y_j = \sum_{i=0}^{i=j} v_{ij}^3 \sin \theta_i \dots (5)$$

Etapa 1224: calcular un valor promedio de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor promedio de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma.

En algunas realizaciones, se usan las siguientes ecuación (6) y ecuación (7) para calcular un valor promedio del valor de suma de la componente de cada eje:

$$\bar{x}_j = \frac{x_j}{N} \dots (6)$$

$$\bar{y}_j = \frac{y_j}{N} \dots (7)$$

Etapa 1225: realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

La figura 4 es un diagrama a modo de ejemplo de una operación de composición vectorial del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud. Haciendo referencia a la figura 4, realizar una operación de composición vectorial en un valor promedio de los valores de suma anteriores de las componentes de eje para obtener el vector compuesto v_{ij}^3 , y después obtener θ_j , el ángulo correspondiente de v_{ij}^3 , calculando, en el que el ángulo θ_j puede obtenerse usando la siguiente ecuación (8):

$$\theta_j = \arctan \frac{\bar{y}_j}{\bar{x}_j} \dots (8)$$

Por último, a partir de las características de la operación de composición vectorial, el vector compuesto v_{ij}^3 es la dirección con la mayor energía eólica, es decir, el ángulo de dirección de la energía eólica principal θ_j se obtiene, y la siguiente ecuación (9) está configurada para realizar una operación aritmética en el ángulo de dirección obtenido de la energía eólica principal y el ángulo azimutal actual de la cabina:

$$\Delta\theta = \theta_j - \theta \dots (9)$$

Por tanto, la diferencia de ángulo $\Delta\theta$ proporciona la base para la guiñada que puede configurarse para llevar a cabo operaciones de guiñada para conseguir el propósito de orientarse de manera precisa con respecto al viento y mejorar eventualmente la tasa de utilización de energía eólica.

Además de realizar la descomposición vectorial en el valor cúbico de la velocidad del viento en primer lugar tal como se describió anteriormente, alternativamente, se realiza la descomposición vectorial de la velocidad en primer lugar, después se realiza la operación de calcular el cubo y el promedio y finalmente se obtiene el ángulo de dirección a través de una descomposición vectorial; o se realiza la descomposición vectorial de la velocidad en primer lugar, después se calcula el valor de suma de la componente de cada eje, después de eso, se calcula el valor promedio y después se realiza la operación de calcular el cubo, finalmente se obtiene el ángulo de dirección realizando la operación de composición vectorial.

Por consiguiente, la figura 5 es otro diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud. Haciendo referencia a la figura 5, según otra realización a modo de ejemplo de la presente solicitud, la etapa 12 puede incluir:

Etapa 1251: realizar una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una

componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado;

Etapa 1252: calcular un valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y un valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento que corresponden a cada momento;

Etapa 1253: calcular un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

Etapa 1254: calcular un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento basándose en los valores de suma; y

Etapa 1255: realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

La figura 6 es aún otro diagrama de flujo esquemático de la etapa 12 del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud. Haciendo referencia a la figura 6, según otra realización a modo de ejemplo de la presente solicitud, la etapa 12 puede incluir:

Etapa 1261: realizar una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado;

Etapa 1262: calcular un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

Etapa 1263: calcular un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma;

Etapa 1264: calcular un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores promedios; y

Etapa 1265: realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

Es obvio que la secuencia de las etapas de realizar la descomposición vectorial, calcular el valor cúbico, calcular el valor de suma y calcular el valor promedio pueden ser diferentes. La fórmula de cálculo específica de cada etapa se describe con detalle en la figura 2. Las secuencias de las etapas se han ajustado para adaptar a diversas necesidades de cálculo en la figura 5 y la figura 6. La fórmula de cálculo puede referirse a la descripción relativa en términos de la figura 2, que no se repetirá en el presente documento. En aplicaciones prácticas, uno de estos tres procedimientos a modo de ejemplo del procesamiento de datos descritos anteriormente puede seleccionarse basándose en condiciones del campo. Además, el parámetro de condición del viento también puede recogerse usando dispositivos de medición del viento de la operación de vector de velocidad existentes; y después se realizan el procesamiento y análisis de datos empleando el concepto según realizaciones de la presente solicitud; eventualmente se proporciona la base para la guiñada.

Basándose en las realizaciones descritas anteriormente, también pueden tenerse en cuenta los siguientes efectos técnicos: en un aspecto, a partir del principio de la operación de composición vectorial, la influencia de perturbación de flujo de aire instantánea se filtra de manera eficaz para conseguir el propósito de orientarse de manera precisa con respecto al viento; en otro aspecto, la estabilidad de pruebas de características de flujo de aire se mejora seleccionando adecuadamente periodos de tiempo para la recogida de datos y realización de la operación de valor promedio, y por tanto se reducen los errores; en un aspecto adicional, realizaciones de la presente solicitud son sencillas, prácticas y fáciles de aplicar sin aumentar el coste del equipo.

La figura 7 es un diagrama esquemático de un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud, que puede estar configurado para implementar etapas del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud.

Haciendo referencia a la figura 7, un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica

incluye un módulo 710 de adquisición de parámetros, un módulo 720 de generación de ángulo de dirección y un módulo 730 de control de guiñada.

5 El módulo 710 de adquisición de parámetros está configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada.

En el presente documento, el parámetro de una condición del viento incluye un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento.

10 El módulo 720 de generación de ángulo de dirección está configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada.

15 Según una realización de la presente solicitud, el módulo 720 de generación de ángulo de dirección puede incluir:

una unidad de cálculo cúbico (no mostrada en la figura), configurada para calcular un valor cúbico de la velocidad del viento que corresponde a cada momento en el periodo de tiempo predeterminado;

20 una unidad de descomposición vectorial (no mostrada en la figura), configurada para realizar una operación de descomposición vectorial en un valor cúbico correspondiente de la velocidad del viento, respectivamente, en un sistema de coordenadas geográficas, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento;

25 una unidad de cálculo de suma (no mostrada en la figura), configurada para calcular un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente;

30 una unidad de cálculo de promedio (no mostrada en la figura), configurada para calcular un valor promedio de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor promedio de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma; y

35 una unidad de composición vectorial (no mostrada en la figura), configurada para realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

40 El módulo 730 de control de guiñada está configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

Específicamente, el módulo 730 de control de guiñada puede incluir:

45 una unidad de obtención de ángulo azimutal (no mostrada en la figura), configurada para obtener un ángulo azimutal de una cabina del sistema de generador de turbina eólica en el momento actual;

una unidad de cálculo de valor diferencial (no mostrada en la figura), configurada para calcular un valor diferencial entre el ángulo de dirección de energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina;

50 una unidad de control de guiñada (no mostrada en la figura), configurada para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial.

55 Un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica de la presente solicitud obtiene un parámetro de una condición del viento en circunstancias del sistema de generador de turbina eólica durante una duración de tiempo predeterminada en tiempo real, realiza además un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para determinar un ángulo de dirección de la energía eólica principal, de modo que se proporcionan datos relativamente precisos para el sistema de generador de turbina eólica, y la precisión de la guiñada del sistema de generador, aumentando de ese modo la tasa de utilización de energía eólica.

60 La figura 8 es un diagrama esquemático de un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud, que puede estar configurado para implementar etapas del método para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica según realizaciones de la presente solicitud.

Haciendo referencia a la figura 8, un aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica incluye un dispositivo 810 de adquisición, un procesador 820 y un controlador 830.

65 El dispositivo 810 de adquisición está configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del

viento según una duración de tiempo predeterminada.

Ha de observarse que el dispositivo de adquisición puede ser, pero no se limita a, un sensor de medición del viento, un anemómetro y un anemoscopio, u otros aparatos de recepción para recibir una condición del viento. En el presente documento, el aparato de recepción para recibir una condición del viento recibe datos de una condición del viento medida por el sensor de medición del viento o el anemómetro y el anemoscopio después de que se haya medido un parámetro de una condición del viento mediante el sensor de medición del viento o el anemómetro y el anemoscopio.

El procesador 820 está configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada.

El controlador 830 está configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

Dicho de otro modo, el procesador 820 del aparato para el control de guiñada analiza y calcula el ángulo de dirección de la energía eólica principal según el parámetro obtenido de una condición del viento, y controla eventualmente la guiñada del sistema de generador de turbina eólica mediante el propio aparato para el control de guiñada según el ángulo de dirección de energía eólica. En implementaciones específicas, el aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica también puede ser un aparato independiente del sistema de control central del sistema de generador de turbina eólica. Específicamente, el aparato para el control de guiñada del sistema de generador de turbina eólica obtiene un parámetro de una condición del viento y realiza un análisis vectorial del parámetro de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal, envía el ángulo de dirección final de la energía eólica principal al sistema de control central del sistema de generador de turbina eólica que después envía unas instrucciones de guiñada para implementar unas operaciones de guiñada correspondientes.

Realizaciones de la presente solicitud proporcionan además un medio de almacenamiento informático y/o un producto de programa informático, donde el medio de almacenamiento informático almacena un programa informático, el producto de programa informático incluye un programa informático legible por un medio de almacenamiento informático, y los programas informáticos hacen que un ordenador realice el método para el control de guiñada descrito en la figura 1 o la figura 2.

Los expertos en la técnica deben entender que pueden proporcionarse realizaciones de la presente solicitud como un método, un aparato, un medio de almacenamiento informático o un producto de programa informático. Por tanto, la presente solicitud puede tomar la forma de una realización de hardware, una realización de software o una realización que combina aspectos de software y hardware. Además, la presente solicitud puede tomar la forma de un producto de programa informático implementado por uno o más medios de almacenamiento usables por ordenador que contienen código de programa usable por ordenador (incluyendo pero sin limitarse a almacenamiento de disco, almacenamiento óptico, etc.).

Estos programas informáticos también pueden cargarse en un ordenador u otros dispositivos de procesamiento de datos programables para permitir una serie de etapas de operación que van a ejecutarse en un ordenador u otros dispositivos programables, para generar un procedimiento implementado por ordenador, por tanto, instrucciones ejecutadas por un ordenador u otros dispositivos programables proporcionan la etapas para implementar funciones específicas en uno o más flujos de un diagrama de flujo y/o uno o más bloques de un diagrama de bloques.

Finalmente, ha de observarse que las realizaciones anteriores son meramente para ilustrar los esquemas técnicos de la presente solicitud, pero no para limitar la misma; aunque se ha hecho una descripción detallada haciendo referencia a las realizaciones anteriores, los expertos en la técnica deben entender que pueden realizarse diversas modificaciones a los esquemas técnicos según las realizaciones anteriores, o pueden sustituirse equivalentes por parte de o todos los aspectos técnicos; mientras que tales modificaciones o sustituciones no se apartan de la naturaleza de las soluciones técnicas del alcance de las soluciones técnicas implementadas en las realizaciones según la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Método para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que comprende:

5 obtener (11) un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento;

10 realizar (12) análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y

15 controlar (13) la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

2. Método según la reivindicación 1, en el que realizar (12) el análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada comprende:

20 calcular (1221) un valor cúbico de la velocidad del viento que corresponde a cada momento t en el periodo de tiempo predeterminado;

25 realizar (1222) una operación de descomposición vectorial en un valor cúbico correspondiente de la velocidad del viento, respectivamente, en un sistema de coordenadas geográficas, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento, en el que la operación de descomposición vectorial se realiza usando

$$30 \quad x = v_{ij}^3 \cos \theta_i$$

para obtener la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento, y usando

$$35 \quad y = v_{ij}^3 \sin \theta_i$$

40 para obtener la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento, donde θ_i es el ángulo de dirección del viento en el momento t_i , y v_{ij} es la velocidad del viento correspondiente del ángulo de dirección del viento θ_i en el momento t_i , y en el que una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y el ángulo de dirección del viento θ_i y la velocidad del viento v_{ij} se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

45 calcular (1223) un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente;

50 calcular (1224) un valor promedio de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor promedio de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma; y

55 realizar (1225) una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

3. Método según la reivindicación 1, en el que realizar (12) el análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada comprende:

60 realizar (1251) una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado, y en el que una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y

el ángulo de dirección del viento y la velocidad del viento se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

5 calcular (1252) un valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y un valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento que corresponden a cada momento;

10 calcular (1253) un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

10 calcular (1254) un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento basándose en los valores de suma; y

15 realizar (1255) una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

20 4. Método según la reivindicación 1, en el que realizar (12) el análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada comprende:

25 realizar (1261) una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado, y en el que una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y el ángulo de dirección del viento y la velocidad del viento se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

30 calcular (1262) un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

35 calcular (1263) un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma;

40 calcular (1264) un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores promedios; y

45 realizar (1265) una operación de composición vectorial basándose en el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procesamiento de controlar (13) la guiñada de un sistema de generador de turbina eólica basándose en el ángulo de dirección de la energía eólica principal comprende:

50 obtener un ángulo azimutal de una cabina del sistema de generador de turbina eólica en el momento actual;

calcular un valor diferencial entre el ángulo de dirección de energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina; y

55 controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial.

6. Aparato para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que comprende:

60 un módulo (710) de adquisición de parámetros, configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento;

65 un módulo (720) de generación de ángulo de dirección, configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor

cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y

un módulo (730) de control de guiñada, configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el módulo (720) de generación de ángulo de dirección comprende:

una unidad de cálculo cúbico, configurada para calcular un valor cúbico de la velocidad del viento que corresponde a cada momento t en el periodo de tiempo predeterminado;

una unidad de descomposición vectorial, configurada para realizar una operación de descomposición vectorial en un valor cúbico correspondiente de la velocidad del viento, respectivamente, en un sistema de coordenadas geográficas, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento en cada momento, en el que la operación de descomposición vectorial se realiza usando

$$x = v_{ij}^3 \cos \theta_i$$

para obtener la componente de eje de 0 grados, y usando

$$y = v_{ij}^3 \sin \theta_i$$

para obtener la componente de eje de 90 grados, donde θ_i es el ángulo de dirección del viento en el momento t_i , y v_{ij} es la velocidad del viento correspondiente del ángulo de dirección del viento θ_i en el momento t_i , y donde una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y el ángulo de dirección del viento θ_i y la velocidad del viento v_{ij} se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

una unidad de cálculo de suma, configurada para calcular un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente;

una unidad de cálculo de valor promedio, configurada para calcular un valor promedio de la componente de eje de 90 grados del valor cúbico de la velocidad del viento y un valor promedio de la componente de eje de 0 grados del valor cúbico de la velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma; y

una unidad de composición vectorial, configurada para realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

8. Aparato según la reivindicación 6, en el que el módulo (720) de generación de ángulo de dirección comprende:

una unidad de descomposición vectorial, configurada para realizar una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado, y en el que una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y el ángulo de dirección del viento y la velocidad del viento se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

una unidad de cálculo cúbico, configurada para calcular un valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y un valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento que corresponden a cada momento;

una unidad de cálculo de suma, configurada para calcular un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

una unidad de cálculo de valor promedio, configurada para calcular un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento basándose en los valores de suma; y

una unidad de composición vectorial, configurada para realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 90 grados y el valor promedio del valor de suma del valor cúbico de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

9. Aparato según la reivindicación 6, en el que el módulo (720) de generación de ángulo de dirección comprende:

una unidad de descomposición vectorial, configurada para realizar una operación de descomposición en un valor de velocidad del viento correspondiente en un sistema de coordenadas geográficas, respectivamente, para obtener una componente de eje de 90 grados y una componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento en cada momento, basándose en el ángulo de dirección del viento en cada momento en el periodo de tiempo predeterminado, y en el que una dirección de 0 grados es una dirección x positiva y una dirección de 90 grados es una dirección y positiva, y el ángulo de dirección del viento y la velocidad del viento se miden mediante un dispositivo de medición del viento;

una unidad de cálculo de suma, configurada para calcular un valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento;

una unidad de cálculo de valor promedio, configurada para calcular un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores de suma;

una unidad de cálculo cúbico, configurada para calcular un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados del valor de velocidad del viento y un valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados del valor de velocidad del viento, respectivamente, basándose en los valores promedios; y

una unidad de composición vectorial, configurada para realizar una operación de composición vectorial basándose en el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 90 grados y el valor cúbico del valor promedio del valor de suma de la componente de eje de 0 grados para obtener el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

10. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el módulo (730) de control de guiñada comprende:

una unidad de obtención de ángulo azimutal, configurada para obtener un ángulo azimutal de una cabina del sistema de generador de turbina eólica en el momento actual;

una unidad de cálculo de valor diferencial, configurada para calcular un valor diferencial entre el ángulo de dirección de energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina; y

una unidad de control de guiñada, configurada para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial.

11. Aparato para el control de guiñada de un sistema de generador de turbina eólica, que comprende:

un dispositivo (810) de adquisición, configurado para obtener un parámetro en tiempo real de una condición del viento según una duración de tiempo predeterminada, en el que el parámetro de una condición del viento comprende un ángulo de dirección del viento y una velocidad del viento;

un procesador (820), configurado para realizar un análisis vectorial del parámetro obtenido de una condición del viento para obtener un ángulo de dirección de la energía eólica principal durante la duración de tiempo predeterminada, en el que el ángulo de dirección de la energía eólica principal es la dirección con la mayor energía eólica, y se obtiene realizando un análisis vectorial en un valor cúbico de la velocidad del viento durante la duración de tiempo predeterminada; y

un controlador (830), configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica según el ángulo de dirección de la energía eólica principal.

12. Aparato según la reivindicación 11, en el que:

el dispositivo (810) de adquisición está configurado para obtener un ángulo azimutal de una cabina del sistema de generador de turbina eólica en el momento actual;

el procesador (820) está configurado para calcular un valor diferencial entre el ángulo de dirección de energía eólica principal y el ángulo azimutal de la cabina; y

5 el controlador (830) está configurado para controlar la guiñada del sistema de generador de turbina eólica basándose en el valor diferencial.

13. Medio de almacenamiento informático, que comprende programas informáticos cuando se ejecutan mediante un procesador informático que hace que el procesador informático ejecute el método para el control de guiñada según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

10 14. Producto de programa informático, en el que el producto de programa informático comprende un programa informático, que puede leerse mediante un medio de almacenamiento informático, y hace que un ordenador realice el método para el control de guiñada según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5.

15

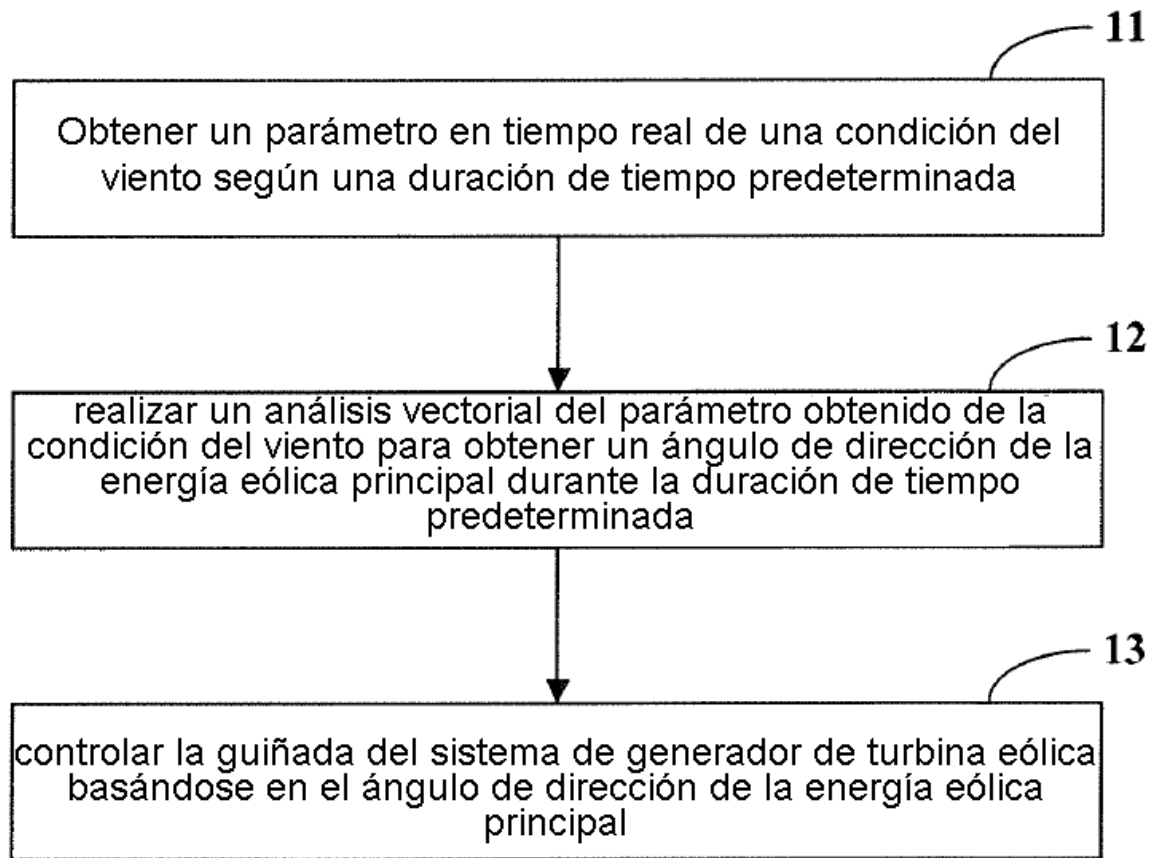


FIG. 1

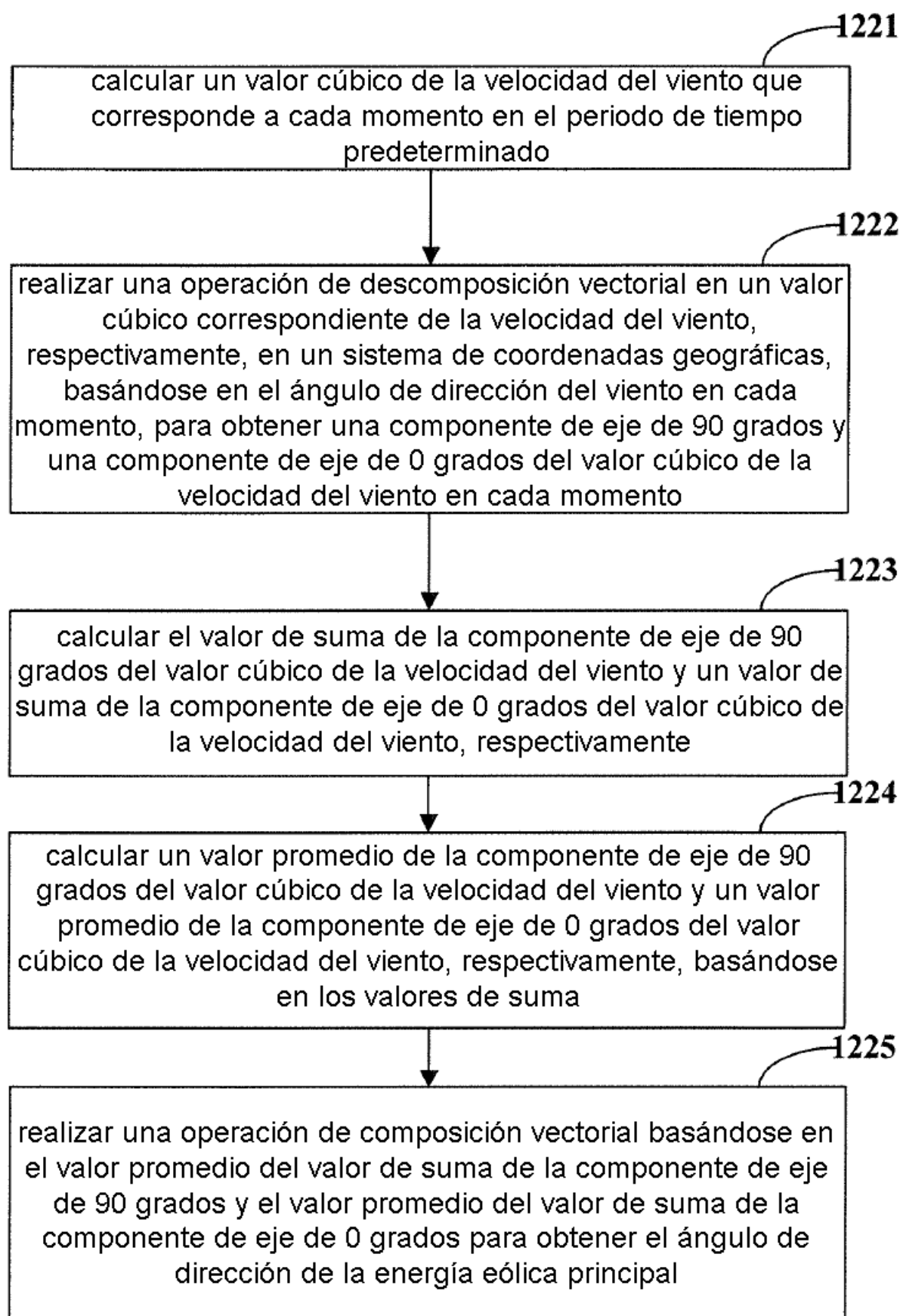


FIG. 2

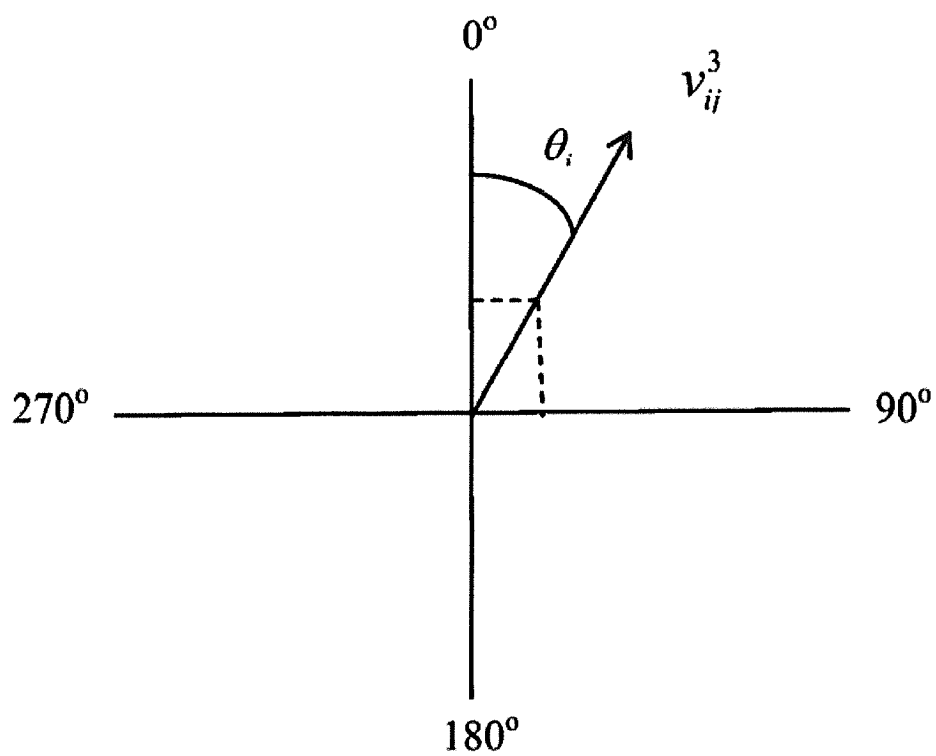


FIG. 3

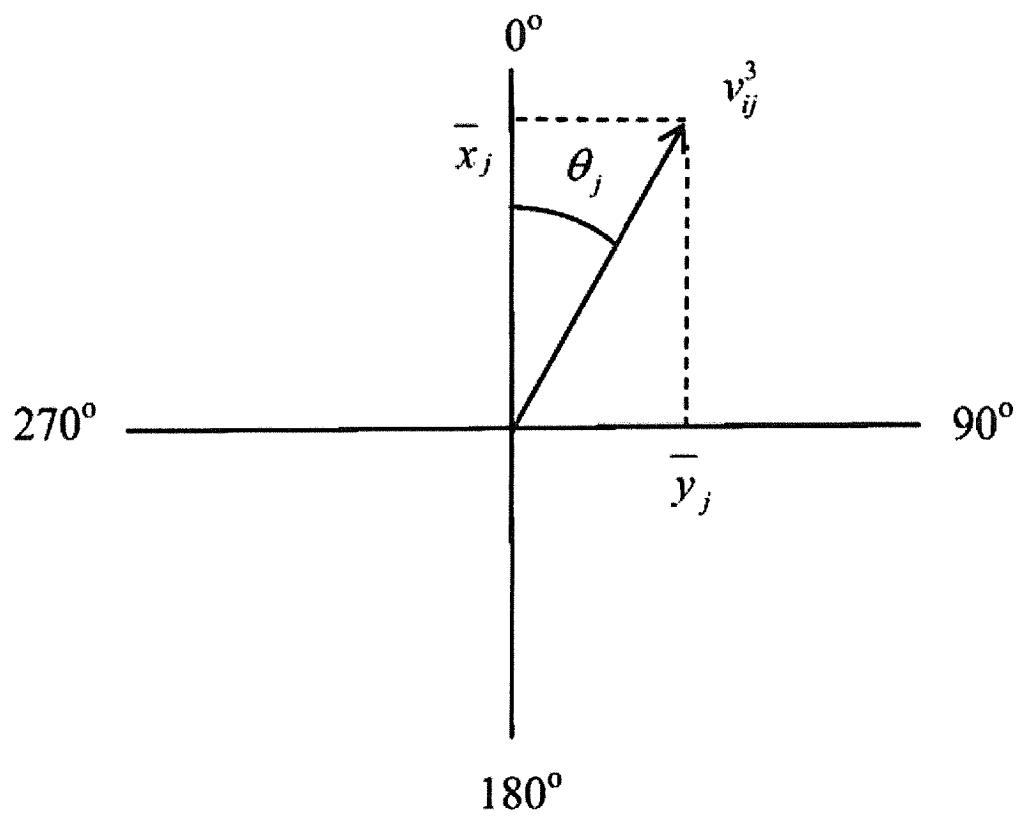


FIG. 4

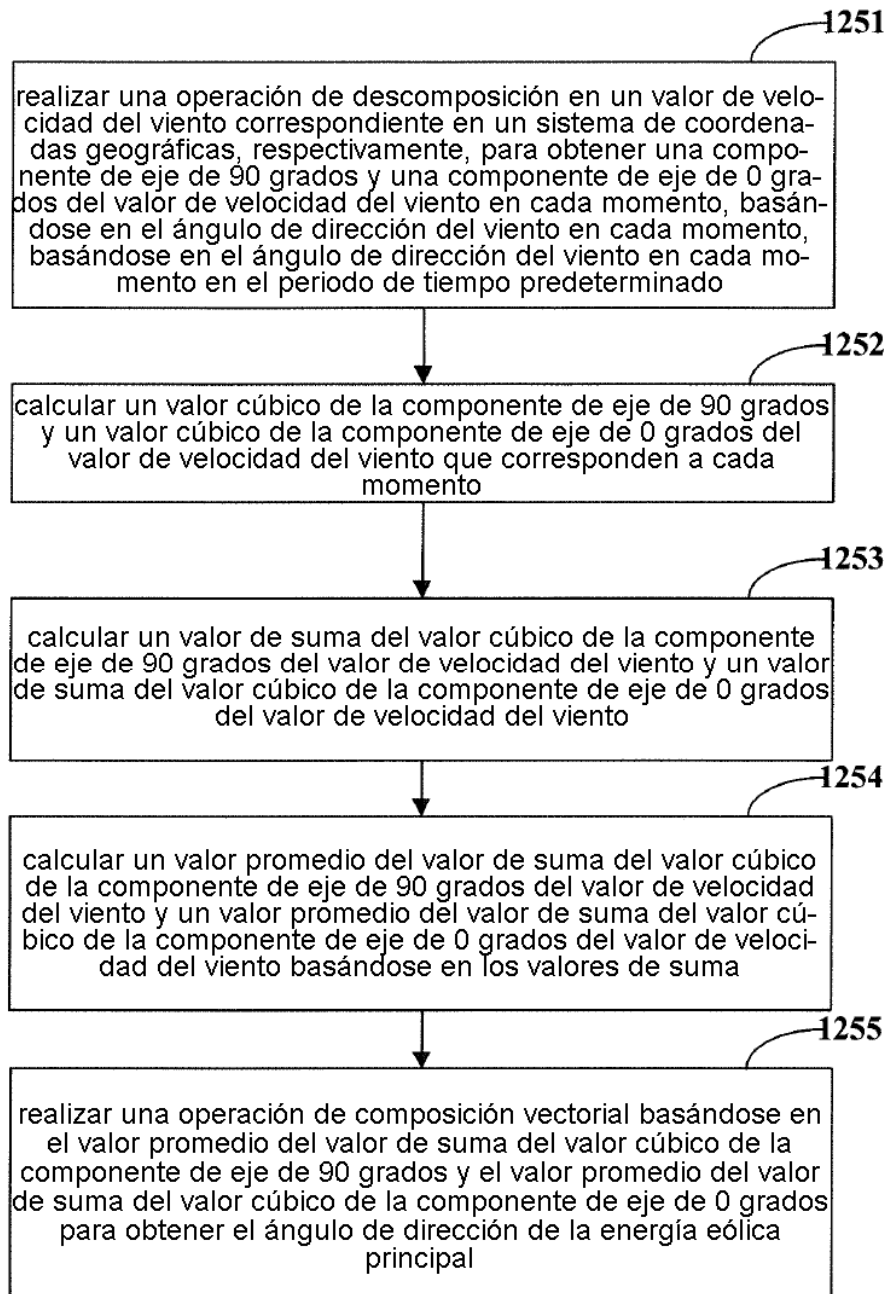


FIG. 5

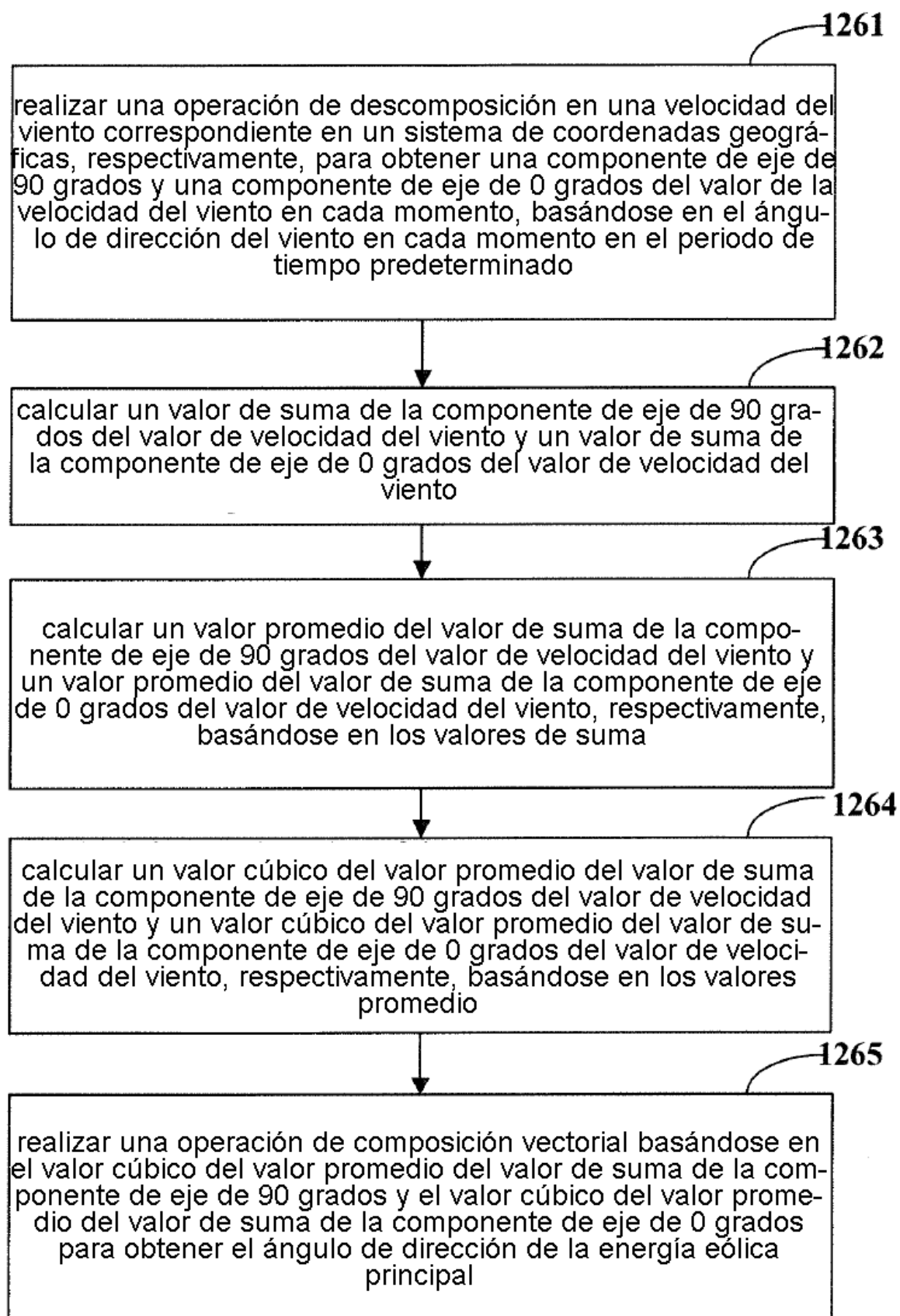


FIG. 6

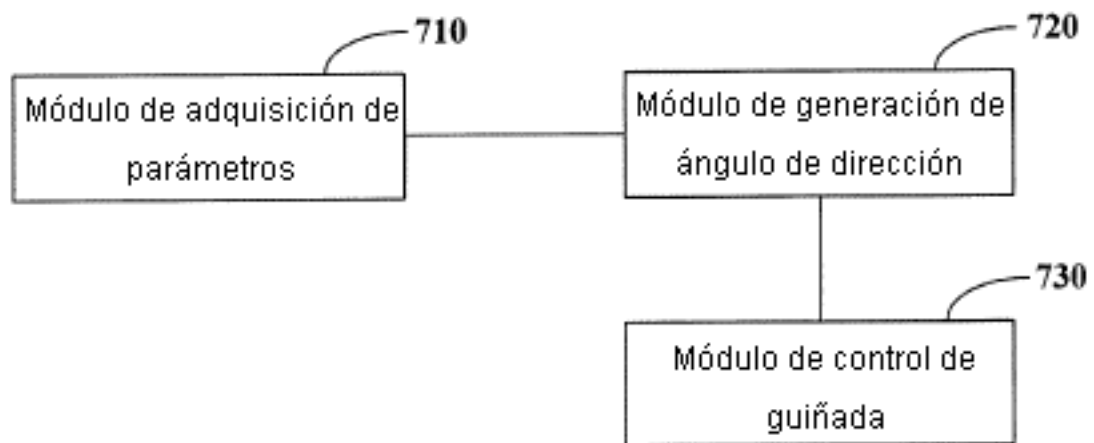


FIG. 7

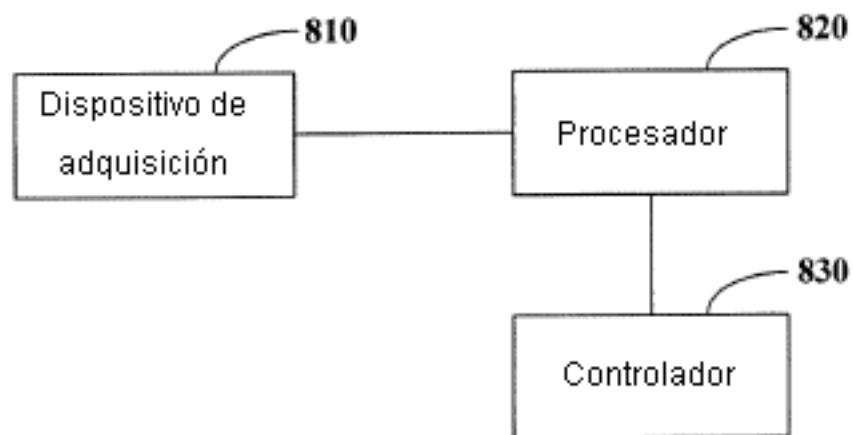


FIG. 8