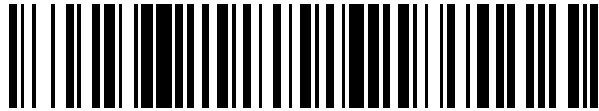


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 246**

21 Número de solicitud: 201132016

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

15.12.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.06.2013

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

27.11.2013

Fecha de la concesión:

26.08.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

02.09.2014

73 Titular/es:

**ACCIONA WINDPOWER, S.A. (100.0%)
Avenida de la Ciudad de la Innovación 5
31621 Sarriguren (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**EGAÑA SANTAMARINA, Igor;
ARLABÁN GABEIRAS, Teresa;
GARCÍA SAYÉS, José Miguel y
NÚÑEZ POLO, Miguel**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **MÉTODO DE OPERACIÓN DE UN AEROGENERADOR**

57 Resumen:

Método de operación de un aerogenerador.
Se describe un método de control de aerogeneradores, dicho método está destinado a aumentar la fiabilidad de los aerogeneradores ya que detalla el uso de dicho aerogenerador y control del mismo en situaciones tales como el fallo en los sensores de carga, uno o más de ellos; asimismo se detalla cómo estimar cargas en una o más palas a partir de las cargas de otra pala cuando esta última se encuentra en la misma posición acimutal.

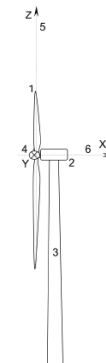


FIG. 1

ES 2 408 246 B1

DESCRIPCIÓN

Método de operación de un aerogenerador

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se enmarca en el campo de la generación de electricidad a partir de la energía eólica.

10 El objeto de la invención consiste en un método de operación de aerogeneradores que permite ganar en fiabilidad en el sistema de medición de cargas en las palas, habitualmente utilizado para la implementación de estrategias de control individual de pitch.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Es conocido que la energía eólica permite generar electricidad a partir del viento mediante aerogeneradores y que dichos aerogeneradores constan básicamente de una góndola que alberga el generador eléctrico y un rotor formado a su vez por al menos dos palas, y una torre que soporta la góndola y el rotor.

20 Habitualmente los aerogeneradores comprenden sistemas activos de control de potencia generada en las palas, que permiten limitar la potencia captada del viento cuando el viento aumenta por encima de un umbral determinado en el que el aerogenerador alcanza la potencia nominal. El más habitual de dichos sistemas es el sistema de paso de pala hacia bandera, conocido como sistema de pitch; dicho sistema de paso de pala está configurado para girar la pala desde una posición de máxima captura energética hasta una posición en que se anula el par entrante del viento, o posición de bandera. Tradicionalmente el sistema de paso de pala es el encargado de controlar la velocidad de giro del aerogenerador a partir del momento en que se alcanza la potencia nominal. Así, una unidad de control del aerogenerador, a partir de un error de velocidad entre la velocidad de giro medida y una velocidad de giro nominal, calcula una consigna de posición o velocidad de pitch que se envía al sistema de pitch para mantener la velocidad de giro constante. Dicha consigna de control habitualmente es igual para todas las palas, por lo que se suele denominar consigna de pitch colectivo (CPC). Adicionalmente, dicho CPC puede incorporar un término dependiente de la aceleración adelante-atrás para proporcionar amortiguamiento al movimiento del rotor en dicha dirección. Existen otras alternativas al sistema de paso de pala hacia bandera, como son el sistema de paso de pala hacia pérdida.

35 En los últimos veinte años la potencia nominal de los aerogeneradores ha ido aumentando gradualmente gracias al aumento del diámetro del rotor de los mismos. La superficie barrida por el rotor es generalmente tan grande que el viento incidente no es uniforme, es decir, existen variaciones en la velocidad y dirección del viento de un punto a otro de la superficie del rotor. Dichas diferencias en el viento incidente entre un punto y otro de la superficie del rotor son debidas a variaciones en la turbulencia, al perfil de cortadura del viento, efectos de estela, errores de "yaw", etc. y tienen como efecto una variación de las fuerzas aerodinámicas en las palas durante la rotación de las mismas, causando cargas importantes de fatiga en los componentes del aerogenerador (palas, buje, bastidor, eje, torre, etc.), y en ocasiones también cargas extremas.

40 Con objeto de reducir las cargas de fatiga, se han desarrollado técnicas de control de pitch individual (en adelante CPI), que a partir de medidas de cargas en las palas, en el buje, en el bastidor, en la torre, etc. o de sensores de flujo en las inmediaciones de cada pala determinan una consigna de pitch individual para cada pala que compense dichos desequilibrios aerodinámicos y reduzca el daño a fatiga de los componentes del aerogenerador. Puede decirse que el modo predominante en la industria en lo referido a las técnicas de CPI están basadas en mediciones de cargas sobre las raíces de las palas.

50 El sistema de medición utilizado para las estrategias de CPI habitualmente está compuesto por algún tipo de sensor de cargas que se coloca en la raíz de las palas. Dado que habitualmente el rotor de un aerogenerador suele constar de tres palas, la disponibilidad de este equipo depende del buen funcionamiento de tres conjuntos de sensores distintos, colocados uno en cada pala. Estos sensores pueden instalarse en las palas durante el proceso de fabricación de las mismas, o bien posteriormente. Entre otras operaciones, el propio montaje del rotor puede dañar los sensores, obligando a costosos trabajos de reparación de los mismos.

55 Como antecedentes cabe destacar el documento de divulgación científica de Smolka *et al.* Titulado "Fault tolerant blade load monitoring for an individual pitch controlled wind turbine", EWEA 2011, Bruselas, Bélgica; donde se presenta un sistema redundante de medición de cargas utilizado para aplicar técnicas de CPI. Dicho concepto contempla el uso de un conjunto doble de sensores de cargas mientras que la solicitud EP2310674 describe un sensor de fibra óptica embebido para medir cargas en aerogeneradores.

60

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 El objeto de la invención consiste en un método de operación de aerogeneradores que permite a ganar en fiabilidad en el sistema de medición de cargas en las palas, habitualmente utilizado para la implementación de estrategias de control individual de pitch.

10 Dicho método aprovecha la existencia de varios sensores y/o captadores de datos - preferiblemente al menos tres sensores - ubicados en las palas para comprobar la fiabilidad de las medidas tomadas en cada una de las palas, y en caso de fallo de alguno de ellos, sustituir la señal de medición de esa pala por una estimación calculada a partir de al menos uno de los sistemas, conjuntos de sensores y/o captadores de datos, colocados en otra de las palas.

15 La detección del fallo de un sistema de medición de cargas en una de las palas se puede hacer bien automáticamente mediante la observación de discrepancias en la medida de uno de los sensores respecto a las estimaciones realizadas a partir de los demás sensores; bien automáticamente a partir del análisis de la correlación de valores estacionarios de dichas cargas con unos valores prefijados que pueden depender de las condiciones de viento medias, del ángulo de pitch medio para cada punto de trabajo, y de la velocidad de giro del rotor; o bien a partir de la intervención humana de un experto que señala al sistema de control cuál es el sensor que se encuentra en fallo.

20 En la estimación de la señal de un sistema de medición de cargas que se encuentra no operativo, pueden utilizarse valores de corrección estacionarios que reflejen desequilibrios máxicos o aerodinámicos detectados con el conjunto completo de sistemas de medición operativos en los bordes.

25 El método aquí descrito también puede utilizarse para que cada uno de los sensores de cargas en las palas pueda realizar una estimación de las cargas de las demás, y comparar cada una de las mediciones con las estimaciones de las demás. En caso de que se detecten discrepancias por encima de un umbral entre una medición y las estimaciones, se detecta cuál es el sensor que proporciona una lectura incorrecta, y se alimenta el sistema de control a partir de las señales de los sensores cuyo funcionamiento es correcto y de las estimaciones de las lecturas de los sensores cuyo funcionamiento no es correcto. En caso de que se estime que todas las medidas de cargas de los sensores instalados en las palas sean erróneas, las estrategias de control individual de pitch se desactivan, y se opera únicamente con control de pitch colectivo.

30 A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del método de control para dotar de mayor fiabilidad a los sistemas de medición de cargas en palas habitualmente utilizados en estrategias de control individual de pitch.

35 La presente invención define un método de control que permite, en caso de no encontrarse incoherencias en las medidas, utilizar estrategias de control individual de pitch basadas en medidas de cargas tomadas de forma individual en cada una de las palas. Por el contrario, en caso de encontrarse incoherencias en alguno de los sensores se procede a dotar de datos a un sistema de control individual de pitch sustituyendo las medidas de cargas en la pala cuyo sensor no se encuentra operativo por estimaciones de dichas cargas basadas en medidas realizadas en las demás palas. La coherencia entre los sistemas de medición se puede analizar a partir de comparar dichas medidas con estimaciones calculadas a partir de los demás sensores colocados sobre las demás palas.

45 En una realización preferente del objeto de la invención, ésta se implementa en un aerogenerador el cual comprende una góndola, una unidad de control, un rotor de eje horizontal que a su vez comprende una pluralidad de palas, unos medios de medición de cargas asociados a al menos una de las palas, más concretamente a una primera pala, y unos medios de medición de señales indicativas de posición y/o velocidad acimutal del rotor. Para llevar a cabo el procedimiento de la invención se procede a obtener al menos una señal indicativa de cargas en la primera pala a partir de los medios de medición de cargas que se encuentran asociados dicha primera pala cuando se encuentra en una determinada posición acimutal, para luego proceder a calcular a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en dicha posición acimutal, al menos una señal indicativa de carga estimada en otra pala, denominada segunda pala, cuando dicha segunda pala se encuentra en la misma posición acimutal.

50 La determinación de la posición acimutal puede realizarse bien mediante la inclusión de una señal de la posición de acimut del rotor, o bien a partir de una estimación de la misma basada en medir la velocidad de giro del rotor, e incluso a partir de una estimación de la misma basada en medir la velocidad de giro del rotor y corregir el valor exacto de la posición acimutal con una referencia obtenida a partir de la señal de un sensor inductivo.

60 Así, las cargas en cualquiera de las palas se puede estimar a partir de una cola de datos conocida por el término inglés "buffer" a modo de almacén o base de datos, que guarda mediciones de cargas tomadas en al menos una de las palas. Se puede estimar la carga en una de las palas cuando ésta se encuentra en determinada posición acimutal a partir de los datos de carga almacenados, datos correspondientes al instante en que la pala cuyas cargas se han medido estaba en la misma posición acimutal. Alternativamente, esto se puede hacer retrasando la señal de la medición un tiempo igual al transcurrido hasta que la pala cuyas cargas se estiman pasa por la misma posición de acimut.

5 En una realización alternativa del objeto de la invención, el aerogenerador comprende un sistema de cambio de paso de pala independiente para cada pala, y se hace uso de una consigna de ángulo de paso de pala asignada a cada actuador asociado a cada pala, dicha consigna de ángulo de paso de pala asignada a cada actuador se calcula a partir de las señales indicativas de cargas medidas en la primera pala y a partir de las señales indicativas de cargas estimadas en la segunda pala.

10 En otra realización alternativa, se procede a tomar mediciones de cargas en una tercera pala, estimando las cargas en la segunda pala, que carece de sistema de medición operativo, a partir de las señales de otras dos palas distintas. Esta estimación se lleva a cabo a partir de la media de dos señales de cargas retrasadas dos tiempos distintos, correspondientes a la diferencia entre el instante en que dicha segunda pala pasa por la posición acimutal y los instantes en que las dos palas cuyas cargas se miden pasaron por la misma posición acimutal.

15 En otra realización más alternativa, el método de control propuesto comprende proceder a obtener una señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala a partir de un sistema de medición instalado en dicha segunda pala, calcular una diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y la señal indicativa de cargas estimadas en la segunda pala, comparar la diferencia con un primer umbral, y si la diferencia es mayor que dicho primer umbral, accionar un ángulo de paso de cada pala a partir de las señales indicativas de cargas medidas en la primera pala, de las señales indicativas de cargas medidas en la tercera pala, y de las señales indicativas de cargas estimadas en la segunda pala.

20 En caso que el aerogenerador comprenda un sistema de medición de cargas en la primera pala y otro en la segunda pala, se procede a obtener una señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala a partir del sistema de medición de cargas en la segunda pala, calcular una primera diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y la señal indicativa de cargas estimadas en la segunda pala, comparar la primera diferencia con un primer umbral, y si la diferencia es mayor que el primer umbral, calcular una segunda diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y un conjunto predeterminado de valores almacenado en la unidad de control, y comparar la segunda diferencia con un segundo umbral, y si la diferencia es mayor que el segundo umbral, accionar el ángulo de paso de cada pala a partir de las señales indicativas de cargas medidas en la primera pala y de las señales indicativas de cargas estimadas en la segunda pala.

30 Cuando la primera diferencia es mayor que el primer umbral y la segunda diferencia es mayor que el segundo umbral, se calcula una tercera diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la primera medida en la primera pala y el conjunto predeterminado de valores almacenado en la unidad de control, se compara la tercera diferencia con un tercer umbral, y si la diferencia es mayor que dicho umbral, se acciona el ángulo de paso de cada pala según una consigna colectiva de ángulo de paso de pala. Este aspecto de la invención permite que en situaciones en que las estimaciones de cargas basadas en dos sistemas de medición se comparen cada una de las medidas con datos almacenados en memoria que permiten detectar qué sensor proporciona medidas erróneas. Podría suceder incluso que los dos sistemas de medición tomaran medidas erróneas, de modo que se desactivan las estrategias de control individual de pitch.

40 En otro aspecto de la invención, el paso de calcular una señal indicativa de cargas estimadas en una segunda pala en una posición acimutal a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en idéntica posición acimutal comprende un factor de corrección proporcional a la diferencia de ángulos de paso de pala en la posición acimutal entre la primera y la segunda pala. Según este aspecto, se corrigen ligeramente las medidas de cargas en una pala estimadas a partir de medidas en otra pala a partir de la diferencia de ángulos de paso de pala de ambas palas al pasar por la misma posición acimutal.

45 En otro aspecto de la invención, el paso de calcular una señal indicativa de cargas estimadas en una segunda pala en una posición acimutal a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en idéntica posición acimutal comprende un factor de corrección proporcional a la diferencia de velocidades del rotor en la posición acimutal entre la primera y la segunda pala. Según este aspecto, se corrigen ligeramente las medidas de cargas en una pala estimadas a partir de medidas en otra pala a partir de la diferencia de velocidades de rotor en los instantes de paso de ambas palas por la misma posición acimutal.

50 La presente invención permite detectar sensores de medición de cargas cuyas mediciones no son fiables. En un aerogenerador tripala cuyas estrategias de control individual de pitch están concebidas para funcionar con sensores en cada una de las palas, puede darse el caso de que se detecten medidas no fiables en dos de los sensores. Dicho aerogenerador puede operar con control individual de pitch basado en la medición de cargas obtenida del sensor fiable colocado en una de las palas, y en la estimación de las cargas en las otras dos palas a partir de la medida que se considera fiable. En una realización preferente, en ese caso se cambia el control individual de pitch por uno con un ancho de banda menor.

60 Adicionalmente, puede darse el caso de que ningún sensor de cargas en ninguna pala del rotor del aerogenerador dé medidas fiables. En ese caso, el control individual de pitch se inhabilita y el aerogenerador pasa a trabajar con control de pitch colectivo.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista de perfil del aerogenerador.

10 Figura 2.- Muestra una vista de alzado del aerogenerador.

Figura 3.- Muestra un diagrama de bloques del sistema de control individual de pitch basado en medición de momentos flectores M_y en las raíces de las palas.

15 Figura 4.- Muestra un diagrama de flujo del análisis de la fiabilidad de las medidas de cargas en las palas utilizadas para el control individual de pitch según la presente invención para el caso de un aerogenerador tripala con tres equipos de medición de cargas en palas operativos, donde se aprecia un análisis de coherencia entre medidas de cargas a partir de estimaciones.

20 Figura 5.- Muestra un diagrama de flujo del análisis de la fiabilidad de las medidas de cargas en las palas utilizadas para el control individual de pitch según la presente invención para el caso de un aerogenerador tripala con dos equipos de medición de cargas en palas operativos, donde se aprecia un análisis de coherencia entre medidas de cargas a partir de estimaciones.

25 Figura 6.- Muestra un diagrama de flujo del análisis de la fiabilidad de las medidas de cargas en las palas utilizadas para el control individual de pitch según la presente invención para el caso de un aerogenerador tripala con un equipo de medición de cargas en palas operativos, donde se aprecia un análisis de coherencia entre medidas de cargas a partir de estimaciones.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30 A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente del método de control para dotar de mayor fiabilidad a los sistemas de medición de cargas en palas habitualmente utilizados en estrategias de control individual de pitch.

35 Tal y como se observa en las Figuras 1 y 2 donde, además de un eje horizontal (4) y un eje vertical (5) solidarios a una góndola (2), se muestra un aerogenerador, constando dicho aerogenerador de una torre (3), la citada góndola (2) y un rotor (1) compuesto por varias palas y girando dicho rotor (1) respecto de un eje substancialmente horizontal (6), de modo que varía la posición azimutal (ψ) de dicho rotor (1).

40 En la Figura 3 se presenta el diagrama de bloques de un sistema de control individual de pitch. A partir de la actuación de los distintos ángulos de pitch β_1 , β_2 y β_3 y del viento incidente W sobre el rotor (1), se producen sobre el aerogenerador ciertos momentos flectores M_{y1} , M_{y2} y M_{y3} en las raíces de las palas que se miden, girando dicho rotor (1) un ángulo de acimut Ψ respecto al eje vertical (5). A partir de dicho ángulo Ψ y de las cargas medidas M_{y1} , M_{y2} y M_{y3} , mediante una transformación matemática M se calculan las cargas M_d y M_q causadas por el rotor (1) sobre la góndola (2) en los ejes (4,5) fijos. El sistema de control individual de pitch objeto de la invención calcula, mediante dos controladores PI_d y PI_q , dos consignas β_d y β_q de actuación sobre los ejes (4,5) fijos, que mediante una transformación N obtiene unas consignas del control individual de pitch β_{1ipc} , β_{2ipc} y β_{3ipc} , que se suman al ángulo de pitch colectivo utilizado para el resto de estrategias de control β_c del aerogenerador, dando lugar a unas consignas de posición β_1 , β_2 y β_3 que se envían a cada una de las palas.

50 En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo de la presente invención para un aerogenerador tripala – dotado de tres palas- con un equipo de medición de cargas operativo en cada pala. En dicho concepto, cada una de las mediciones de cargas obtenidas en cada uno de los sensores instalados en cada pala se compara con una estimación de cargas obtenida a partir de mediciones realizadas en al menos uno de los sensores instalados en otra pala distinta. Si el valor absoluto de la diferencia, o de cierta señal filtrada o procesada de la misma no supera cierto umbral $Th1$, entonces se procede al cálculo de las consignas de pitch individual a partir de las mediciones obtenidas en cada pala. En caso de que el valor absoluto de dicha diferencia o de cierta señal filtrada o procesada de la misma supere dicho umbral $Th1$, entonces se calcula una segunda diferencia entre la medición del sensor y una tabla de datos predeterminada y se compara con un segundo umbral $Th2$. En caso de que el valor absoluto de dicha diferencia o de cierta señal filtrada o procesada de la misma no supere dicho segundo umbral $Th2$, entonces se procede al cálculo de las consignas de pitch individual a partir de las mediciones obtenidas en cada pala. En caso de que el valor absoluto de dicha segunda diferencia supere dicho umbral $Th2$, entonces se procede según el método con dos sensores operativos de la Figura 5.

60 En dicha Figura 5 se muestra el diagrama de flujo de la presente invención para un aerogenerador tripala con un equipo de medición de cargas operativo en dos palas j , k . En dicho concepto, cada una de las mediciones de cargas

obtenidas en cada uno de los sensores operativos

5 se compara con una estimación de cargas obtenida a partir de mediciones realizadas en el otro sensor operativo instalado en otra pala. Si el valor absoluto de la diferencia, o de cierta señal filtrada o procesada de la misma no supera cierto umbral $Th1$, entonces se procede al cálculo de las consignas de pitch individual $\beta_i, \beta_j, \beta_k$ a partir de las mediciones obtenidas en ambas palas j, k y de una estimación de la carga en la tercera pala i realizada a partir de dichas mediciones en las palas j, k . En caso de que el valor absoluto de dicha diferencia o de cierta señal filtrada o procesada del mismo supere dicho umbral $Th1$, entonces se calcula una segunda diferencia entre la medición del sensor y una tabla de datos predeterminada y se compara con un segundo umbral $Th2$. En caso de que dicho valor absoluto de la diferencia o de cierta señal filtrada o procesada de la misma no supere dicho segundo umbral $Th2$, entonces se procede al cálculo de las consignas de pitch individual $\beta_i, \beta_j, \beta_k$ a partir de las mediciones obtenidas en ambas palas j, k y de una estimación de la carga en la tercera pala i realizada a partir de dichas mediciones en las palas j, k . En caso de que el valor absoluto de dicha segunda diferencia o de cierta señal filtrada o procesada de la misma supere dicho umbral $Th2$, entonces se procede según el método con un único sensor operativo de la Figura 6.

15 En dicha Figura 6 se muestra el diagrama de flujo de la presente invención para un aerogenerador tripala con un equipo de medición de cargas operativo en una única pala k . En dicho concepto, se compara la medición de cargas con un umbral $Th2$. En caso de que el valor absoluto de la diferencia o de cierta señal filtrada o procesada de la misma no supere dicho umbral $Th2$, entonces se procede al cálculo de las consignas de pitch individual $\beta_i, \beta_j, \beta_k$ a partir de la medición obtenida en dicha pala k , y de una estimación de las cargas en las palas i, j realizadas a partir de dicha medición en la pala k . En caso de que el valor absoluto de dicha segunda diferencia supere dicho umbral $Th2$, entonces se procede según el método con control colectivo de pitch, de manera que los ángulos de pitch de las tres palas son iguales $\beta_i = \beta_j = \beta_k$.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Método de operación de un aerogenerador el cual comprende un torre (3), una góndola (2), una unidad de control, un rotor (1) de eje substancialmente horizontal (6) que a su vez comprende una pluralidad de palas, al menos un sistema de medición de cargas asociado a al menos una pala, y un sistema de medición de señales indicativas de la posición y/o de la velocidad acimutal del rotor (2) estando el método caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
- obtener al menos una señal indicativa de carga en la primera pala a partir del sistema de medición de cargas en dicha primera pala cuando se encuentra en una determinada posición acimutal, y
 - calcular, mediante sistema de medición de señales indicativas y a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en dicha posición acimutal, al menos una señal indicativa de carga estimada para una segunda pala cuando dicha segunda pala se encuentra en la misma posición acimutal.
- 10
- 2.- Método según reivindicación 1, donde el aerogenerador comprende un sistema de cambio de paso de pala independiente para cada una de las palas, caracterizado porque comprende calcular un ángulo de paso de cada pala a partir de la señal indicativa de carga medida en la primera pala y de la señal indicativa de carga estimada en la segunda pala.
- 15
- 3.- Método según reivindicación 1, donde el aerogenerador comprende una tercera pala y un sistema de medición de cargas en la tercera pala, caracterizado porque comprende obtener unas señales indicativas de cargas en la tercera pala mediante el sistema de medición de cargas en la tercera pala, y porque la señal indicativa de cargas estimadas en la segunda pala se realiza a partir de las señales indicativas de cargas en la tercera pala obtenidas cuando dicha tercera pala se encuentra en idéntica posición acimutal a la de dicha segunda pala.
- 20
- 4.- Método según reivindicación 3 donde el aerogenerador comprende un sistema de cambio de paso de pala independiente para cada pala y un sistema de medición de cargas en la segunda pala, caracterizado porque comprende:
- obtener una señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala a partir del sistema de medición de cargas en la segunda pala,
 - calcular una diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y la señal indicativa de cargas estimadas en la segunda pala,
 - comparar la diferencia con un primer umbral, y
 - actuar sobre cada pala ajustando el ángulo de paso pala a partir de las señales indicativas de cargas medidas en la primera pala, de las señales indicativas de cargas medidas en la tercera pala, y de las señales indicativas de cargas estimadas en la segunda pala cuando un valor de la diferencia comparada en el paso anterior es mayor al primer umbral.
- 25
- 5.- Método según reivindicación 1 donde el aerogenerador comprende un sistema de medición de cargas en la segunda pala estando el método caracterizado porque comprende:
- obtener una señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala a partir del sistema de medición de cargas en la segunda pala;
 - calcular una primera diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y la señal indicativa de cargas estimadas en la segunda pala,
 - comparar la primera diferencia con un primer umbral,
 - si el valor de la primera diferencia comparada en el paso anterior es mayor que el primer umbral, calcular una segunda diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la segunda pala y un conjunto predeterminado de valores almacenado en la unidad de control,
 - comparar la segunda diferencia con un segundo umbral, y
 - accionar el ángulo de paso de cada pala a partir de las señales indicativas de cargas medidas en la primera pala y de las señales indicativas de cargas estimadas en la segunda pala si el valor de la segunda diferencia comparada en el paso anterior es mayor que el segundo umbral.
- 30
- 6.- Método según reivindicación 5, donde la primera diferencia es mayor que el primer umbral y la segunda diferencia es mayor que el segundo umbral, caracterizado porque comprende:
- calcular una tercera diferencia entre la señal indicativa de cargas medidas en la primera pala y el conjunto predeterminado de valores almacenado en la unidad de control,
 - comparar la tercera diferencia con un tercer umbral, y
 - accionar el ángulo de paso de todas las palas según una consigna colectiva de ángulo de paso de pala si la tercera diferencia es mayor que el tercer umbral.
- 35
- 7.- Método según reivindicación 1 donde el paso de calcular una señal indicativa de cargas estimadas en una segunda pala en una posición acimutal a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en idéntica posición acimutal
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

comprende un factor de corrección proporcional a la diferencia de ángulos de paso de pala en la posición acimutal entre la primera y la segunda pala.

- 5 8.- Método según reivindicación 7 donde el paso de calcular una señal indicativa de cargas estimadas en una segunda pala en una posición acimutal a partir de las señales indicativas de cargas en la primera pala en idéntica posición acimutal comprende un factor de corrección proporcional a la diferencia de velocidades del rotor medidas cuando la primera pala y la segunda pala pasan por la misma posición acimutal.

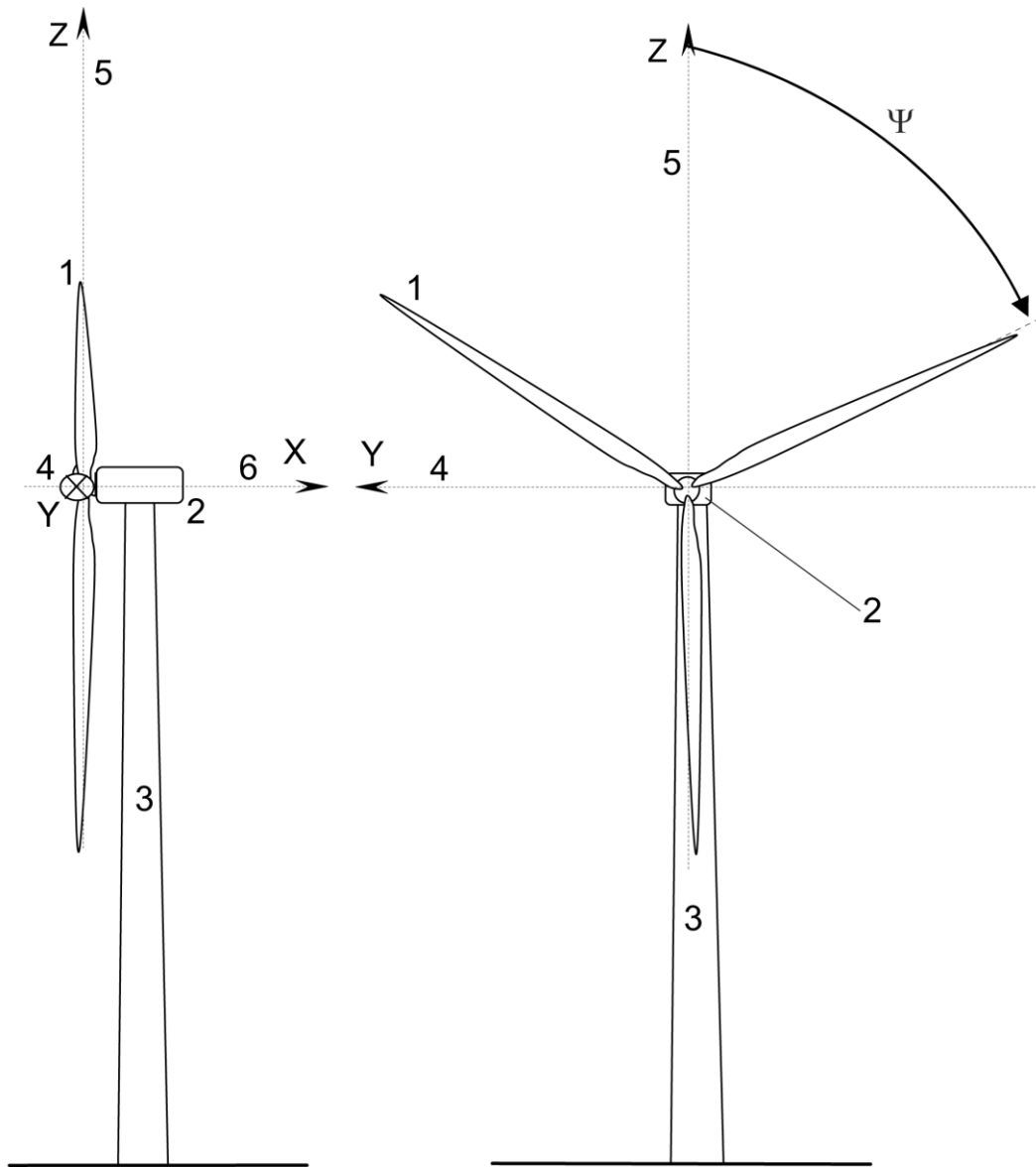


FIG. 1

FIG. 2

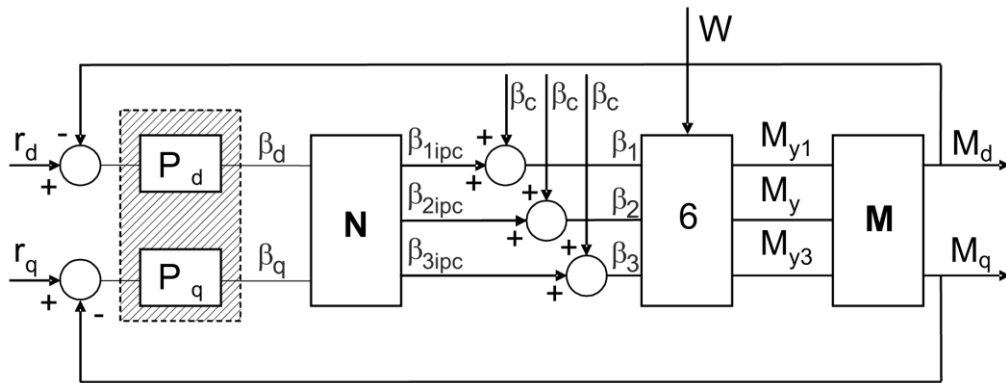


FIG. 3

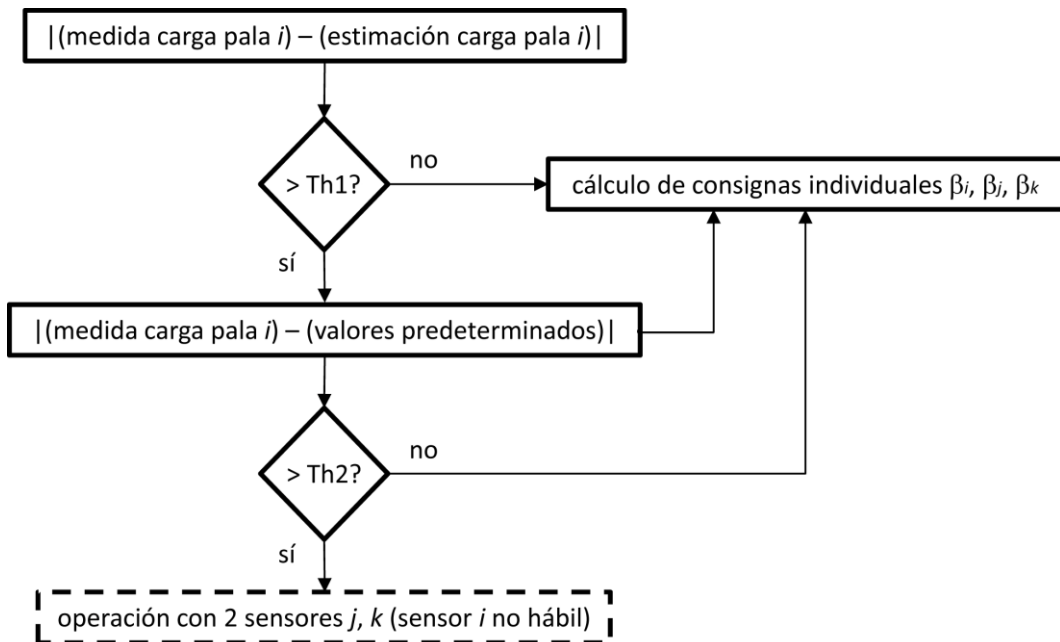


FIG. 4

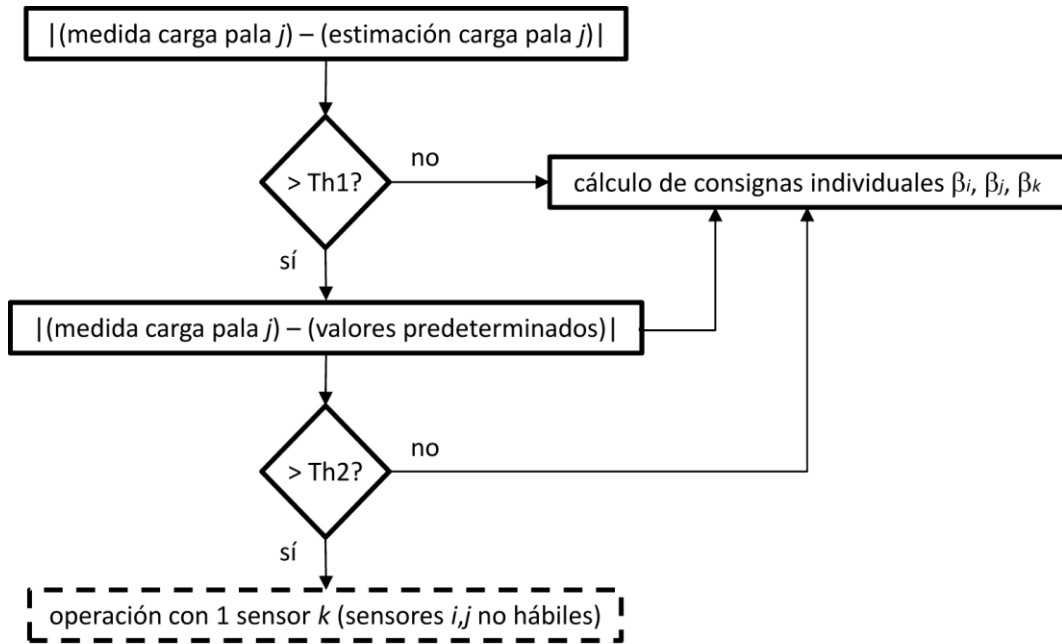


FIG.5

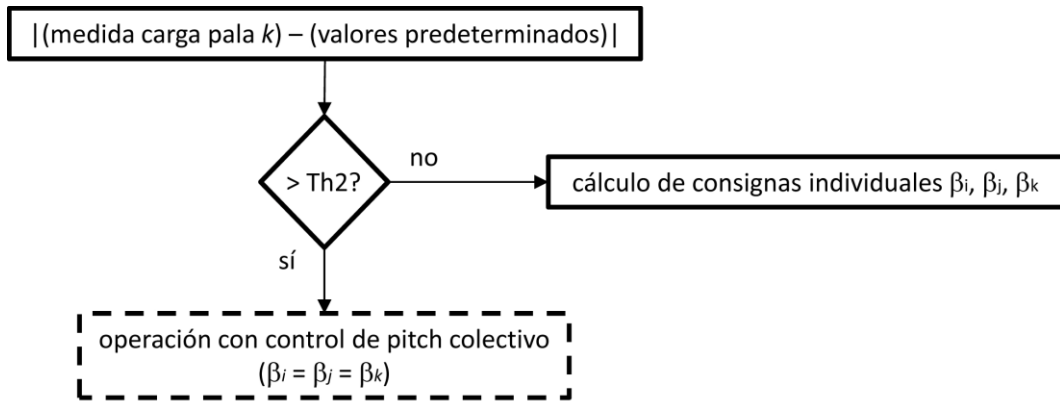


FIG.6



- ②① N.º solicitud: 201132016
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.12.2011
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F03D7/04** (2006.01)
F03D7/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2004108732 A1 (WEITKAMP ROLAND) 10.06.2004, párrafos [7],[9-11].	1-3,7-8
Y		4
Y	US 2011285129 A1 (LI XIAO QIAN et al.) 24.11.2011, párrafos [5-26].	4
A		1-3
X	US 2011148112 A1 (ORMEL FRANK et al.) 23.06.2011, párrafos [11-25],[34].	1-3
A		4-8
A	US 2011178771 A1 (MIRANDA ERIK CARL LEHNSKOV) 21.07.2011, párrafos [32-39].	1-6
A	US 2007041837 A1 (IDE KAZUNARI et al.) 22.02.2007, todo el documento.	1-8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
12.11.2013

Examinador
J. Galán Mas

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.11.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 4-6	SI
	Reivindicaciones 1-3,7-8	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 5-6	SI
	Reivindicaciones 1-4,7-8	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2004108732 A1 (WEITKAMP ROLAND)	10.06.2004
D02	US 2011285129 A1 (LI XIAO QIAN et al.)	24.11.2011
D03	US 2011148112 A1 (ORMEL FRANK et al.)	23.06.2011
D04	US 2011178771 A1 (MIRANDA ERIK CARL LEHNSKOV)	21.07.2011
D05	US 2007041837 A1 (IDE KAZUNARI et al.)	22.02.2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 describe un método de operación de un aerogenerador con rotor de eje substancialmente horizontal, con un sistema de medición de cargas en al menos una pala (ver párrafo 7) y un sistema de medición de señales indicativas de la posición y velocidad del rotor (ver párrafo 10), que comprende los pasos de obtener una señal de carga en una primera pala, a partir de sensores de medición dispuestos en ella, y calcular una señal estimada de carga para una segunda pala, en función de la señal de carga de la primera pala, teniendo en cuenta que se generan señales similares al alcanzar la misma posición (ver párrafo 11), utilizándose dicha señales de carga para calcular un ángulo de paso de cada pala (ver párrafo 9). Por tanto, al estar ya descrito el objeto de las reivindicaciones 1 y 2 en el documento D01, dichas reivindicaciones 1 y 2 no son nuevas de acuerdo al artículo 6 de la Ley 11/1986.

Así mismo, se considera el objeto de las reivindicaciones 3, 7 y 8 también se deriva del párrafo 11 del documento D01 por lo que dichas reivindicaciones, dependientes de la reivindicación 1, no son nuevas según el artículo 6 de la Ley 11/1986.

Por otro lado, el documento D01 no indica cómo se detecta el fallo en las señales de medición de cargas de las palas. Sin embargo, el documento D02 describe un sistema que para obtener una señal indicativa de cargas en palas de un aerogenerador utilizado para, por ejemplo, variar el ángulo de paso de pala, evalúa la señal de dos sensores dispuestos en una pala, estima una señal del segundo sensor en función de la señal del primer sensor, compara las señales estimada y medida del segundo sensor, de forma que si dicha diferencia es superior a un umbral indica un posible fallo y utiliza la señal estimada (ver párrafos 20-26). Se considera que sería obvio para el experto en la materia combinar las técnicas descritas en los documentos D01 y D02 para llegar al objeto de la reivindicación dependiente 4.

Por último, no se considera que los documentos citados muestren las características objeto de las reivindicaciones dependientes 5 y 6, ni que la información descrita dirija de forma evidente al experto en la materia a la solución planteada, por lo que dichas reivindicaciones 5 y 6 implican actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley 11/1986.