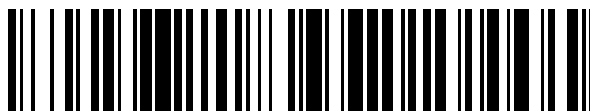


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 866 959**

51 Int. Cl.:

F03D 1/02 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2016 PCT/DK2016/050427**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17108047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2016 E 16820161 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021 EP 3394428**

54 Título: **Sistema de aerogenerador con transiciones distribuidas en el tiempo**

30 Prioridad:

22.12.2015 DK 201570849

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

20.10.2021

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

MIRANDA, ERIK CARL LEHNSKOV;

GRUNNET, JACOB DELEURAN y

CASTAIGNET, DAMIEN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 866 959 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

Sistema de aerogenerador con transiciones distribuidas en el tiempo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de aerogenerador, más particularmente a un sistema de aerogenerador con una pluralidad de módulos de aerogenerador en donde la pluralidad de módulos de aerogenerador puede cambiar de estado operativo en diferentes puntos de tiempo unos con respecto a otros y un método, producto de programa de ordenador y sistema de control correspondientes.

Antecedentes de la invención

10 Un sistema de aerogenerador con una pluralidad de módulos de aerogenerador montados en una estructura de soporte se puede someter a una carga estructural significativa ejercida por los módulos de aerogenerador, en particular durante las transiciones entre estados operativos de sistema, cuyas cargas estructurales significativas pueden reducir la vida útil del sistema de aerogenerador.

15 Por lo tanto, sería ventajoso un sistema de aerogenerador mejorado, y en particular un sistema de aerogenerador que permita reducir la carga estructural ejercida por los módulos de aerogenerador y/o que permita aumentar la vida útil del sistema de aerogenerador.

Los documentos GB 2443886 y US2003/0170123 describen un sistema de aerogenerador del tipo multirrotor.

Compendio de la invención

20 Se puede ver como un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de aerogenerador que resuelva los problemas mencionados anteriormente con la carga estructural ejercida por los módulos de aerogenerador y la reducción de la vida útil del sistema de aerogenerador.

El objeto descrito anteriormente se pretende que se obtenga en un primer aspecto de la invención proporcionando un sistema de aerogenerador según la reivindicación 1, en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo:

- una estructura de soporte,
- 25 - una pluralidad de módulos de aerogenerador montados en la estructura de soporte en donde cada uno de la pluralidad de módulos de aerogenerador comprende un rotor,
- un sistema de control,

30 en donde el sistema de control está dispuesto para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador desde un primer estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador a un segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador, y en donde la transición de sistema de aerogenerador se realiza ejecutando una pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado operativo de módulo de un módulo de aerogenerador a un segundo estado operativo de módulo del módulo de aerogenerador en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras.

35 La invención es particularmente, pero no exclusivamente, ventajosa para obtener un sistema de aerogenerador que puede permitir reducir la carga estructural, tal como la carga estructural máxima (a la que se puede hacer referencia como carga estructural pico), ejercida por los módulos de aerogenerador durante las transiciones entre estados operativos de sistema y/o que pueda permitir aumentar la vida útil del sistema de aerogenerador.

40 La carga estructural pico ejercida por los módulos de aerogenerador durante las transiciones entre estados operativos de sistema conlleva requisitos exigentes en la estructura de soporte y reduce la vida útil del sistema de aerogenerador. Una ventaja de las realizaciones de la presente invención es que esta carga estructural pico se puede reducir disponiendo las transiciones de módulo de aerogenerador de modo que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras. Teniendo las transiciones de módulo de aerogenerador de modo que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras, se evita que todas sean coincidentes en el tiempo y en su lugar lleguen a ser distribuidas en el tiempo, lo que a su vez conlleva que las cargas estructurales asociadas con la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador lleguen a ser distribuidas en el tiempo. En otras palabras, las transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras de modo que una carga estructural generada por la transición de sistema de aerogenerador máxima en la estructura de soporte se reduzca con respecto a un transición de sistema de aerogenerador con la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador que son simultáneas.

50 Por 'la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras' se puede entender que dos o más o todas las transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de

transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras, tal como que son no coincidentes en el tiempo.

5 En situaciones, las transiciones de módulo de aerogenerador individual pueden durar un período de tiempo finito. El punto en el tiempo durante la transición de módulo de aerogenerador donde la carga estructural ejercida por el módulo de aerogenerador sobre la estructura de soporte es máxima define el punto en el tiempo de la transición de módulo de aerogenerador, incluso si esa transición de módulo de aerogenerador dura un período finito de tiempo. Se observa que transiciones de módulo de aerogenerador para diferentes módulos que duran un período de tiempo finito se pueden superponer parcial o totalmente y aún ser consideradas distribuidas en el tiempo siempre que no haya ninguna identidad entre puntos en el tiempo donde las cargas estructurales ejercidas por los módulos de aerogenerador respectivos sobre la estructura de soporte son máximas.

10 Por 'carga estructural' se puede entender en general cualquier influencia, tal como una fuerza, en un componente estructural que pueda causar desgaste y/o avería.

15 En un segundo aspecto, la invención se refiere a un método según la reivindicación 13 para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador desde un primer estado operativo de sistema de un sistema de aerogenerador a un segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador, en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo una pluralidad de módulos de aerogenerador montados en una estructura de soporte, dicho método que comprende ejecutar dicha transición de sistema de aerogenerador ejecutando una pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado de módulo operativo de un módulo de aerogenerador a un segundo estado de módulo operativo del módulo de aerogenerador, en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras.

20 En un tercer aspecto, la invención se refiere a un producto de programa informático que tiene instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un dispositivo informático o un sistema informático, tal como un sistema de control, realice un método según el segundo aspecto.

25 En un cuarto aspecto, la invención se refiere a un sistema de control para controlar un sistema de aerogenerador, dicho sistema de control que está dispuesto para controlar dicho sistema de aerogenerador según un método según el segundo aspecto.

30 Muchas de las características relacionadas se apreciarán más fácilmente a medida que las mismas lleguen a ser entendidas mejor con referencia a la siguiente descripción detallada considerada en conexión con los dibujos que se acompañan. Las características preferidas se pueden combinar según sea apropiado, como sería evidente para una persona experta, y se pueden combinar con cualquiera de los aspectos de la invención.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 representa un sistema de aerogenerador,

La Figura 2 muestra una parte de un sistema de aerogenerador,

La Figura 3 muestra un método para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador,

35 La Figura 4 es una ilustración de un efecto de tener diferentes tasas de inclinación de pala,

La Figura 5 muestra una transición de sistema de aerogenerador con la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador que son simultáneas,

La Figura 6 es una ilustración de un efecto de tener diferentes puntos de inicio en el tiempo.

Descripción de realizaciones

40 La presente invención se explicará ahora con más detalles. Si bien la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se han descrito realizaciones específicas a modo de ejemplos. Se debería entender, no obstante, que la invención no se pretende que se limite a las formas particulares descritas. Más bien, la invención es para cubrir todas las modificaciones que caen dentro del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

45 La Figura 1 representa un sistema de aerogenerador 1, en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo:
- una estructura de soporte 3 que incluye una torre 4 y brazos 5 montados en la torre 4 en las uniones 6,
- una pluralidad de módulos de aerogenerador 2 montados en la estructura de soporte 3 en donde cada uno de la pluralidad de módulos de aerogenerador comprende un rotor 7 con palas 9.

50 El sistema de aerogenerador comprende además un sistema de control 20 como se muestra en la Figura 2. El sistema de control 20 está dispuesto para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador desde un primer

estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador 1 a un segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador 1, y en donde la transición de sistema de aerogenerador se realiza ejecutando un pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado operativo de módulo de un módulo de aerogenerador 2 a un segundo estado operativo de módulo del módulo de aerogenerador 2 en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras.

En la presente realización, la estructura de soporte comprende brazos 5 que se extienden hacia fuera de la torre 4, cada uno de la pluralidad de aerogeneradores que está montado en una parte final de un brazo correspondiente. Además, la figura 1 representa una góndola 8 para cada módulo de aerogenerador.

La Figura 1 muestra una estructura de soporte con dos brazos teniendo cada uno dos módulos de aerogenerador, pero son concebibles otras realizaciones, por ejemplo, cuatro brazos con cuatro módulos de aerogenerador cada uno o tres brazos con brazo inferior, medio y superior, teniendo respectivamente seis, cuatro y dos módulos de aerogenerador.

La Figura 2 muestra una parte de un sistema de aerogenerador en donde el sistema de control 20 está dispuesto para inclinar las palas 9 en los rotores 7 (donde cada rotor 7 comprende un buje 11 al que se unen las palas 9) durante la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador,

en donde las tasas de inclinación de pala correspondientes a al menos dos rotores, tales como el módulo de aerogenerador 2' particular representado, dentro de la pluralidad de rotores son diferentes unos con respecto a otros,

y en donde la diferencia en las tasas de inclinación de pala conlleva que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras.

Por 'tasa de inclinación de pala' se entiende generalmente la tasa a la que se inclinan todas las palas de un módulo de aerogenerador. Esto también se conoce como 'tasa de inclinación de pala colectiva'.

En las realizaciones, las tasas de inclinación de pala colectivas (cada una correspondiente a una tasa de inclinación de pala para un módulo de aerogenerador particular, donde la tasa de inclinación de pala se aplica a todas las palas del módulo de aerogenerador particular) pueden ser diferentes unas con respecto a otras, es decir, las tasas de inclinación colectiva para los módulos de aerogenerador individuales son diferentes unas con respecto a otras (es decir, diferentes entre módulos de aerogenerador).

La tasa de inclinación de pala para un módulo de aerogenerador 2' particular se puede determinar por el sistema de control 20 en base a uno o más parámetros de entrada adicionales, tales como la velocidad del viento s_1 de una primera disposición de sensor 26a que es un anemómetro asociado con el módulo de aerogenerador 2' particular dispuesta para medir la velocidad del viento s_1 y el empuje s_2 desde una segunda disposición de sensor 26b que es una disposición de sensor para medir la velocidad del rotor del módulo de aerogenerador 2' particular. La tasa de inclinación de pala se puede controlar entonces a través de una primera señal de control de inclinación 21 al controlador de inclinación 25, que a su vez envía una segunda señal de control de inclinación 21' al rotor 7. El sistema de control 20 también puede tener en cuenta información con respecto al rotor 7, por ejemplo, velocidad del rotor s_3 .

La Figura 4 es una ilustración de un efecto de tener diferentes tasas de inclinación de pala para los cuatro módulos de aerogenerador diferentes (aquí denotados M1-M4) durante una transición de sistema de aerogenerador desde un primer estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador a un segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador. La ilustración muestra un gráfico con la carga estructural ejercida por los módulos de aerogenerador M1-M4 sobre la estructura de soporte 3 en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. En este ejemplo, todas las transiciones de módulo de aerogenerador se inician al mismo tiempo, en el tiempo $t=0$ segundos. No obstante, debido a la diferencia en las tasas de inclinación de pala, las transiciones de módulo de aerogenerador no son igualmente rápidas y los puntos en el tiempo durante el período de tiempo finito correspondiente a las transiciones de módulo de aerogenerador donde las cargas estructurales ejercidas por los módulos de aerogenerador sobre la estructura de soporte son máximas llegan a ser distribuidas en el tiempo unas con respecto a otras. De este modo, la carga estructural máxima mediante la suma de las cargas estructurales ejercidas por los módulos de aerogenerador individuales es relativamente baja (en comparación con una situación donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador que son simultáneas).

La Figura 5 muestra, para comparación, un ejemplo de una transición de sistema de aerogenerador con la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador que son simultáneas, en cuyo caso la carga estructural de suma máxima llega a ser relativamente alta (en comparación con una situación donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras).

En una realización, el sistema de control 20 está dispuesto para iniciar transiciones de módulo de aerogenerador correspondientes a al menos dos módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de aerogenerador en puntos de inicio en el tiempo,

en donde los puntos de inicio en el tiempo correspondientes a al menos dos módulos de aerogenerador son diferentes unos con respecto a otros,

y en donde la diferencia en los puntos de inicio en el tiempo conlleva que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras.

5 La Figura 6 es una ilustración de un efecto de tener puntos de inicio en el tiempo correspondientes a los cuatro
módulos de aerogenerador diferentes (aquí denotados M1-M4) que son diferentes unos con respecto a otros. La
ilustración muestra un gráfico con la carga estructural ejercida por los módulos de aerogenerador M1-M4 sobre la
estructura de soporte 3 en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. En este ejemplo, todas las transiciones de
10 módulo de aerogenerador se inician en diferentes puntos de inicio en el tiempo, cada una separada
aproximadamente 1½ minuto del punto de inicio en el tiempo anterior y/o posterior. No obstante, todas las tasas de
inclinación de pala son idénticas. Debido a la diferencia en los puntos de inicio en el tiempo, los puntos en el tiempo
durante el período de tiempo finito correspondiente a las transiciones de módulo de aerogenerador donde las cargas
estructurales ejercidas por los módulos de aerogenerador sobre la estructura de soporte son máximas llegan a ser
15 distribuidas en el tiempo unas con respecto a otras. De este modo, la carga estructural máxima mediante la suma de
las cargas estructurales ejercidas por los módulos de aerogenerador individuales es relativamente baja (en
comparación con una situación donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador que son
simultáneas).

En una realización, una primera tasa de inclinación de pala correspondiente a un primer grupo de rotores que
comprende dos o más rotores es diferente con respecto a una segunda tasa de inclinación de pala correspondiente
20 a un segundo grupo de rotores que comprende dos o más rotores.

En una realización, un primer punto de inicio en el tiempo correspondiente a un primer grupo de módulos de
aerogenerador que comprende dos o más módulos de aerogenerador es diferente con respecto a un segundo punto
de inicio en el tiempo correspondiente a un segundo grupo de módulos de aerogenerador que comprende dos o más
módulos de aerogenerador.

25 Una ventaja de tener una tasa de inclinación de pala similar o un punto de inicio similar dentro de pares o grupos de
rotores o módulos de aerogenerador puede ser que permite equilibrar cargas estructurales en dos lados de la torre 4
de una manera simple y eficiente.

En las realizaciones, todos los puntos de inicio en el tiempo (cada uno correspondiente a un punto de inicio para un
módulo de aerogenerador) pueden ser diferentes unos con respecto a otros. En una realización, el sistema de
30 control 20 está dispuesto para controlar la conexión eléctrica de uno o más de los módulos de aerogenerador dentro
de la pluralidad de módulos de aerogenerador para descargar las resistencias de carga durante una transición de
sistema de aerogenerador. Una ventaja de esto puede ser que la resistencia de carga de descarga puede asegurar
un par en el rotor de un módulo de aerogenerador particular durante, por ejemplo, un fallo en la red, cuyo par puede
permitir que los otros módulos de aerogenerador se puedan apagar inmediatamente mientras que el módulo de
35 aerogenerador particular se puede mantener funcionando durante algún tiempo con el par aplicado a través de la
resistencia de carga de descarga (lo que asegura que el rotor no logre una velocidad de rotor indeseablemente alta).

En una realización, se emplea una disposición de descarga de carga convencional utilizable en un aerogenerador
(tal como se describe en la figura 2 y los párrafos 51-52 de la solicitud de patente WO 2012/000508). El
aerogenerador incluye un generador, un convertidor de potencia de AC (corriente alterna) a DC (corriente continua)
40 (convertidor del lado de generador), un convertidor de potencia DC a AC (convertidor del lado de línea) y un enlace
de DC que comprende un condensador de DC conectado entre el convertidor de potencia de AC a DC y el
convertidor de potencia de DC a AC. El generador del aerogenerador está conectado al convertidor de potencia de
AC a DC. El convertidor de potencia de DC a AC está conectado a una red eléctrica a través de un transformador.
Una primera descarga de carga de la disposición de descarga de carga está conectada a los terminales de salida del
45 generador, correspondientes a una salida de AC trifásica del generador. La primera descarga de carga se puede
llamar descarga de carga de AC. La primera descarga de carga puede ser una descarga de carga trifásica que es
esencialmente un banco de resistencias trifásicas. Una segunda descarga de carga de la disposición de descarga de
carga está conectada a través del enlace de DC. La segunda descarga de carga se puede denominar descarga de
carga de DC.

En una realización, uno o más de los módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de
aerogenerador comprende cada uno un freno de rotor mecánico y en donde el sistema de control 20 está dispuesto
para frenar uno o más o todos de dichos uno o más módulos de aerogenerador a través de uno o más frenos de
rotor mecánicos durante la transición de sistema de aerogenerador. Una ventaja de esto puede ser que un freno de
rotor mecánico, en particular para módulos de aerogenerador relativamente pequeños, puede asegurar un par en el
50 rotor de un módulo de aerogenerador particular durante, por ejemplo, un fallo de la red, cuyo par puede permitir que
la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras,
incluso si las transiciones correspondientes (por ejemplo, donde dichas transiciones son procedimientos de
apagado) se inician en puntos de inicio en el tiempo que son idénticos.

5 Tener uno o más frenos de rotor mecánicos y/o diferentes tasas de inclinación de pala puede ser particularmente útil en caso de pérdida de la red, parada por fallo o parada de seguridad en donde un apagado se debe iniciar para todos los módulos de aerogenerador en un período corto de tiempo, tal como dentro de 1 segundo o menos, debido a que los frenos mecánicos y/o la diferencia en las tasas de inclinación de pala conlleva que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras.

En una realización, el sistema de control 20 está dispuesto para iniciar transiciones de módulo de aerogenerador correspondientes a al menos dos módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de aerogenerador en los puntos de inicio en el tiempo,

10 en donde los puntos de inicio en el tiempo correspondientes a los al menos dos, tales como más de dos tales como todos, los módulos de aerogenerador son idénticos,

y en donde una diferencia en el período de tiempo desde el punto de inicio en el tiempo hasta el punto de transición en el tiempo entre los módulos de aerogenerador individuales conlleva que la pluralidad de transiciones de módulos de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras.

15 El sistema de control 20 se puede disponer para determinar una secuencia de transiciones de módulo de aerogenerador, tales como una posición temporal de cada transición de módulo de aerogenerador con respecto a las posiciones temporales de otras transiciones de módulo de aerogenerador, según uno o más parámetros de entrada adicionales. Una posible ventaja de esto puede ser que se puede proporcionar una secuencia mejorada.

El uno o más parámetros de entrada adicionales pueden comprender o corresponder a uno o más o todos de:

- 20 - punto de operación de los respectivos módulos de aerogenerador,
- posición física de los respectivos módulos de aerogenerador,
- velocidad de viento en los respectivos módulos de aerogenerador,
- velocidad de rotor en los respectivos módulos de aerogenerador,
- valor de inclinación de pala de los respectivos módulos de aerogenerador,
- potencia producida por los respectivos módulos de aerogenerador,
- 25 - empuje de los respectivos módulos de aerogenerador,
- par del rotor de los respectivos módulos de aerogenerador.

30 Por ejemplo, el sistema de control 20 se puede operar para disponer una posición temporal de una transición de módulo de aerogenerador con respecto a posiciones temporales de otras transiciones de módulo de aerogenerador en base a una posición física del módulo de aerogenerador con respecto a las posiciones físicas de los otros módulos de aerogenerador.

35 En general, la secuencia se puede determinar con vista a minimizar las cargas estructurales en la estructura de soporte. Por ejemplo, durante una transición de sistema correspondiente a un apagado, la secuencia se puede determinar por la carga estructural ejercida sobre la estructura de soporte por los módulos de aerogenerador individuales (por ejemplo, un módulo de aerogenerador en una posición muy por encima del suelo con un gran empuje puede ejercer más par en la torre de la estructura de soporte que un módulo de aerogenerador en una posición cercana al suelo con un pequeño empuje), donde cargas estructurales más altas significan un apagado más temprano. No obstante, se pueden tener en cuenta ciertas condiciones de contorno, por ejemplo, las cargas estructurales en los módulos de aerogenerador. Por ejemplo, incluso si un módulo de aerogenerador ejerce solamente una pequeña carga estructural sobre la estructura de soporte, se puede mover hacia adelante en una secuencia de apagado si, por ejemplo, la velocidad de su rotor es tan rápida que aumenta significativamente la probabilidad de un exceso de velocidad.

40 La transición de sistema de aerogenerador desde el primer estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador al segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador puede corresponder a uno cualquiera de un procedimiento de arranque del sistema de aerogenerador o un procedimiento de apagado del sistema de aerogenerador.

45 En una realización, un período de tiempo entre al menos dos, tal como más o todas, transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador es de 1 segundo o más, tal como 2 segundos o más, tal como 5 segundos o más, tal como 10 segundos o más, tal como 15 segundos o más, tal como 30 segundos o más, tal como 1 minuto o más, tal como 2 minutos o más, tal como 5 minutos o más, tal como 10 minutos o más, tal como 15 minutos o más, tal como 30 minutos o más, tal como 1 hora o más.

En una realización, un período de tiempo entre al menos dos, tal como más o todas, transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador es de 30 segundos o menos, tal como 20 segundos o menos, tal como 10 segundos o menos, tal como 5 segundos o menos, tal como 3 segundos o menos, tal como 2 segundos o menos, tal como 1 segundo o menos, tal como dentro de 0,1-1 segundo.

5 En una realización, un período de tiempo entre al menos dos, tal como más o todas, transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador está dentro de 0,1-30 segundos, por ejemplo, tal como dentro de 1-30 segundos, tal como dentro de 2-20 segundos, tal como dentro de 5-15 segundos. Tales intervalos pueden ser ventajosos en caso de pérdida de la red, una parada durante y/o después de una avería o una parada de seguridad.

10 En una realización, un período de tiempo entre al menos dos, tal como más o todas, transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador está dentro de 30 segundos a 30 minutos, tal como dentro de 1-20 minutos o 10-20 minutos o 15-20 minutos, tal como dentro de 2-10 minutos, tal como dentro de 2-5 minutos. Tales intervalos pueden ser ventajosos en caso de un procedimiento normal de arranque o apagado.

15 La Figura 3 muestra un método para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador desde un primer estado operativo de sistema 330 de un sistema de aerogenerador 1 a un segundo estado operativo de sistema 334 del sistema de aerogenerador, en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo una pluralidad de módulos de aerogenerador M1, M2, M3, M4 montados en una estructura de soporte 3,

20 dicho método que comprende ejecutar dicha transición de sistema de aerogenerador ejecutando una pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado de módulo operativo (ENCENDIDO) de un módulo de aerogenerador 2 a un segundo estado de módulo operativo (APAGADO) del módulo de aerogenerador 2,

25 en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras. La figura muestra un procedimiento de apagado, donde el primer estado operativo de sistema 330 de un sistema de aerogenerador, todos los módulos de aerogenerador M1, M2, M3, M4 están ENCENDIDOS. Luego, en un estado operativo de sistema intermedio 332 del sistema de aerogenerador, se han ejecutado dos transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado de módulo operativo (ENCENDIDO) de los módulos de aerogenerador M3 y M4 a un segundo estado de módulo operativo (APAGADO) de los módulos de aerogenerador. Luego, posteriormente, el sistema de aerogenerador se muestra
30 en un segundo estado operativo de sistema 334 del sistema de aerogenerador donde se han ejecutado otras dos transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado de módulo operativo (ENCENDIDO) de los módulos de aerogenerador M1 y M2 a un segundo estado de módulo operativo (APAGADO) de los módulos de aerogenerador.

35 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con las realizaciones especificadas, no se debería interpretar como que está limitada de ninguna forma a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención se expone por el conjunto de reivindicaciones que se acompañan. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que comprende" o "comprende" no excluyen otros posibles elementos o pasos. También, la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. no se debería interpretar como excluyente de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se
40 deberá interpretar como limitante del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aerogenerador (1), en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo:
- una estructura de soporte (3) que comprende brazos (5) que se extienden hacia afuera desde una torre (4),
 - una pluralidad de módulos de aerogenerador (2), en donde cada uno de la pluralidad de módulos de aerogenerador comprende un rotor (7),
 - cada uno de la pluralidad de módulos de aerogenerador que está montado en una parte final de un brazo correspondiente,
 - un sistema de control (20),
- caracterizado por que
- el sistema de control (20) está dispuesto para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador de un primer estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador (1) a un segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador (1), y en donde la transición de sistema de aerogenerador se realiza ejecutando una pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador de un primer estado operativo de módulo de un módulo de aerogenerador (2) a un segundo estado operativo de módulo del módulo de aerogenerador (2) en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyen en el tiempo unas con respecto a otras.
2. Un sistema de aerogenerador (1) según la reivindicación 1, en donde el sistema de control (20) está dispuesto para inclinar las palas (9) en los rotores (7) durante la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador,
- en donde las tasas de inclinación de pala correspondientes a al menos dos rotores dentro de la pluralidad de rotores son diferentes unas con respecto a otras,
- y en donde la diferencia en las tasas de inclinación de pala conlleva que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras.
3. Un sistema de aerogenerador (1) según la reivindicación 2, en donde una primera tasa de inclinación de pala correspondiente a un primer grupo de rotores que comprende dos o más rotores es diferente con respecto a una segunda tasa de inclinación de pala correspondiente a un segundo grupo de rotores que comprende dos o más rotores.
4. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de control (20) está dispuesto para iniciar transiciones de módulo de aerogenerador correspondientes a al menos dos módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de aerogenerador en puntos de inicio en el tiempo,
- en donde los puntos de inicio en el tiempo correspondientes a los al menos dos módulos de aerogenerador son diferentes unos con respecto a otros,
- y en donde la diferencia en los puntos de inicio en el tiempo conlleva que la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador se distribuyan en el tiempo unas con respecto a otras.
5. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de control (20) está dispuesto para controlar la conexión eléctrica de uno o más de los módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de aerogenerador para descargar resistencias de carga durante una transición de sistema de aerogenerador.
6. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde uno o más de los módulos de aerogenerador dentro de la pluralidad de módulos de aerogenerador comprende cada uno un freno de rotor mecánico y en donde el sistema de control (20) está dispuesto para frenar uno o más o todos de dichos uno o más módulos de aerogenerador a través de uno o más frenos de rotor mecánicos durante una transición de sistema de aerogenerador.
7. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de control (20) está dispuesto para determinar una secuencia de transiciones de módulo de aerogenerador según uno o más parámetros de entrada adicionales.
8. Un sistema de aerogenerador (1) según la reivindicación 7, en donde el uno o más parámetros de entrada adicionales comprenden uno o más o todos de:
- Punto de operación de los respectivos módulos de aerogenerador,
 - Posición física de los respectivos módulos de aerogenerador,
 - Velocidad de viento en los respectivos módulos de aerogenerador,

- Velocidad de rotor en los respectivos módulos de aerogenerador,
 - Tasa de inclinación de pala de los respectivos módulos de aerogenerador,
 - Potencia producida por los respectivos módulos de aerogenerador,
 - Empuje de los respectivos módulos de aerogenerador,
- 5 - Par de rotor de los respectivos módulos de aerogenerador.
9. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la transición de sistema de aerogenerador desde el primer estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador (1) al segundo estado operativo de sistema del sistema de aerogenerador (1) corresponde a uno cualquiera de un procedimiento de puesta en marcha del sistema de aerogenerador (1) o un procedimiento de apagado del sistema de aerogenerador (1).
- 10
10. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un período de tiempo entre al menos dos transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador es 1 segundo o más.
11. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un período de tiempo entre al menos dos transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador está dentro de 0,1-30 segundos.
- 15
12. Un sistema de aerogenerador (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un período de tiempo entre al menos dos transiciones de módulo de aerogenerador dentro de la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador está dentro de 30 segundos a 30 minutos.
13. Un método para ejecutar una transición de sistema de aerogenerador desde un primer estado operativo de sistema (330) de un sistema de aerogenerador (1) a un segundo estado operativo de sistema (334) del sistema de aerogenerador (1), en donde el sistema de aerogenerador está comprendiendo una estructura de soporte (3) que comprende brazos (5) que se extienden hacia afuera desde una torre (4), y una pluralidad de módulos de aerogenerador (2) que están montados en una parte final de un brazo correspondiente,
- 20
- 25 dicho método que comprende ejecutar dicha transición de sistema de aerogenerador ejecutando una pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador desde un primer estado de módulo operativo de un módulo de aerogenerador (2) a un segundo estado de módulo operativo del módulo de aerogenerador (2),
- en donde la pluralidad de transiciones de módulo de aerogenerador están distribuidas en el tiempo unas con respecto a otras.
- 30
14. Un producto de programa de ordenador que tiene instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un dispositivo informático o un sistema informático realice un método según la reivindicación 13.
15. Un sistema de control para controlar un sistema de aerogenerador (1), dicho sistema de control que está dispuesto para controlar dicho sistema de aerogenerador según un método según la reivindicación 13.

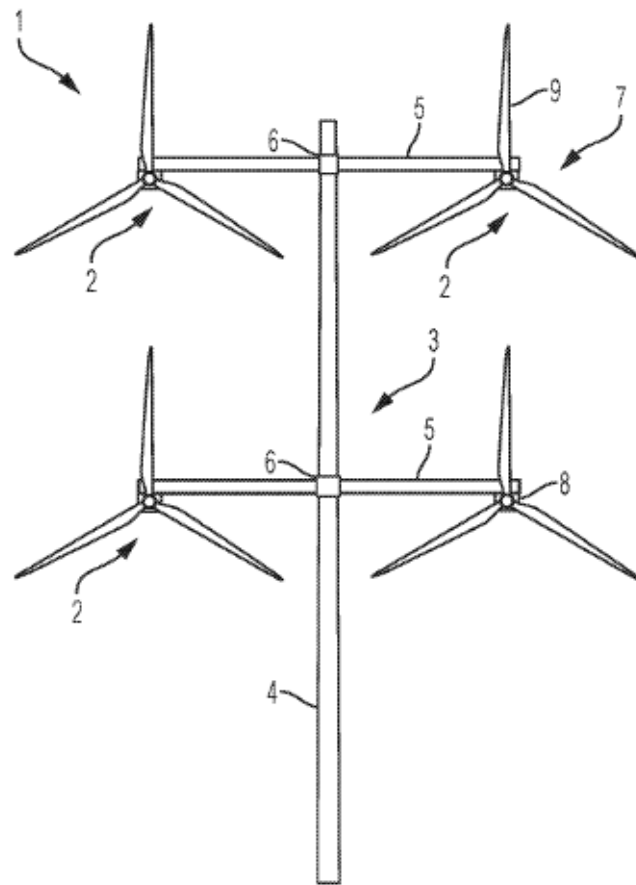


FIG. 1

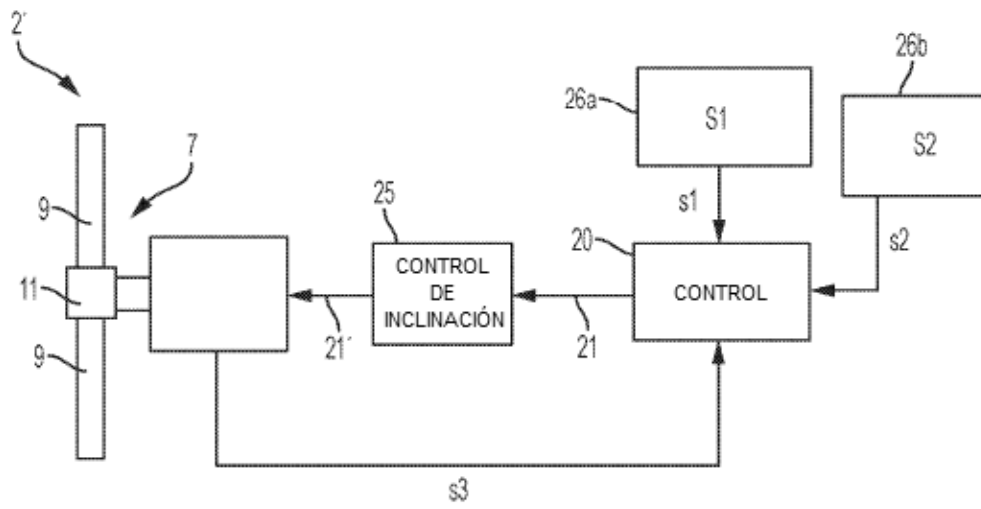


FIG. 2

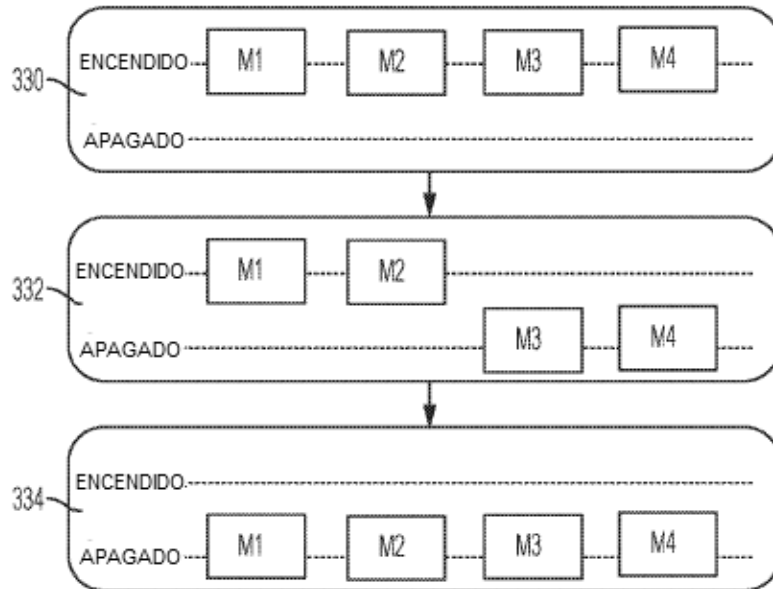


FIG. 3

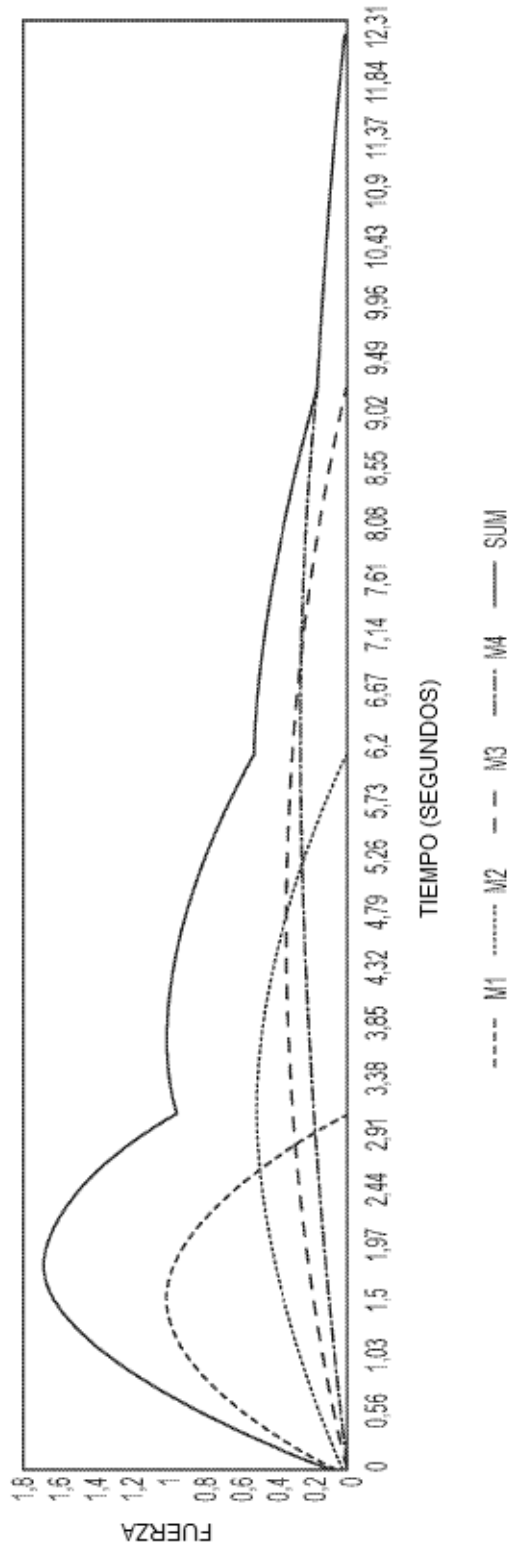


FIG. 4

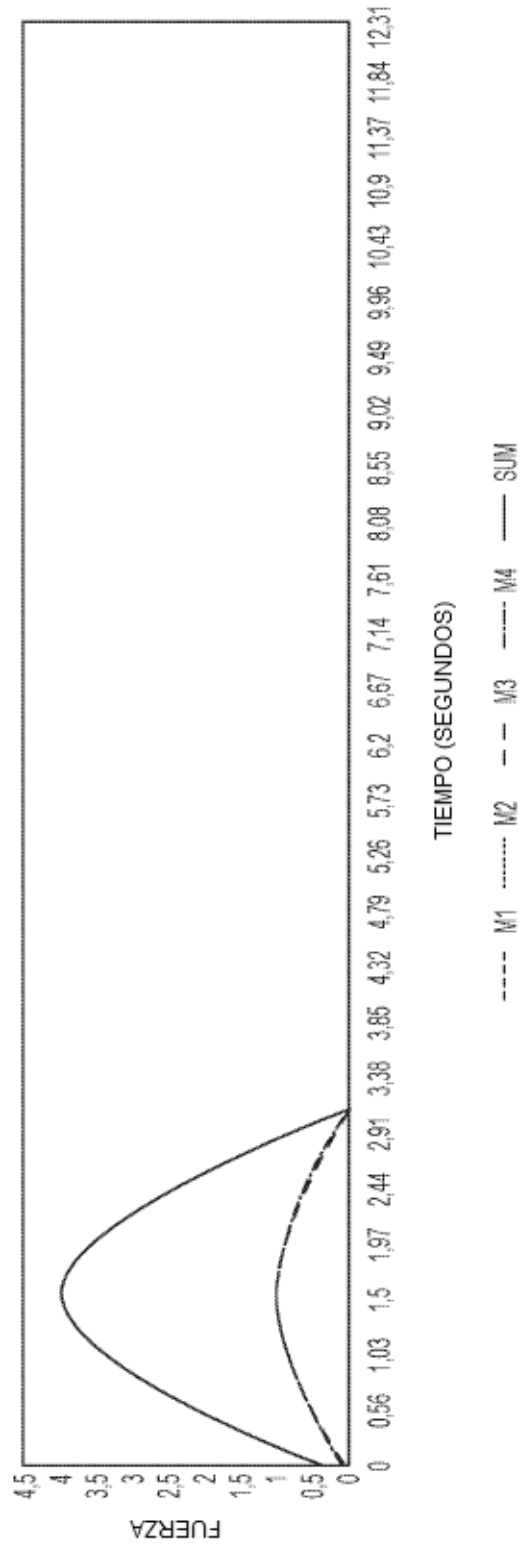


FIG. 5

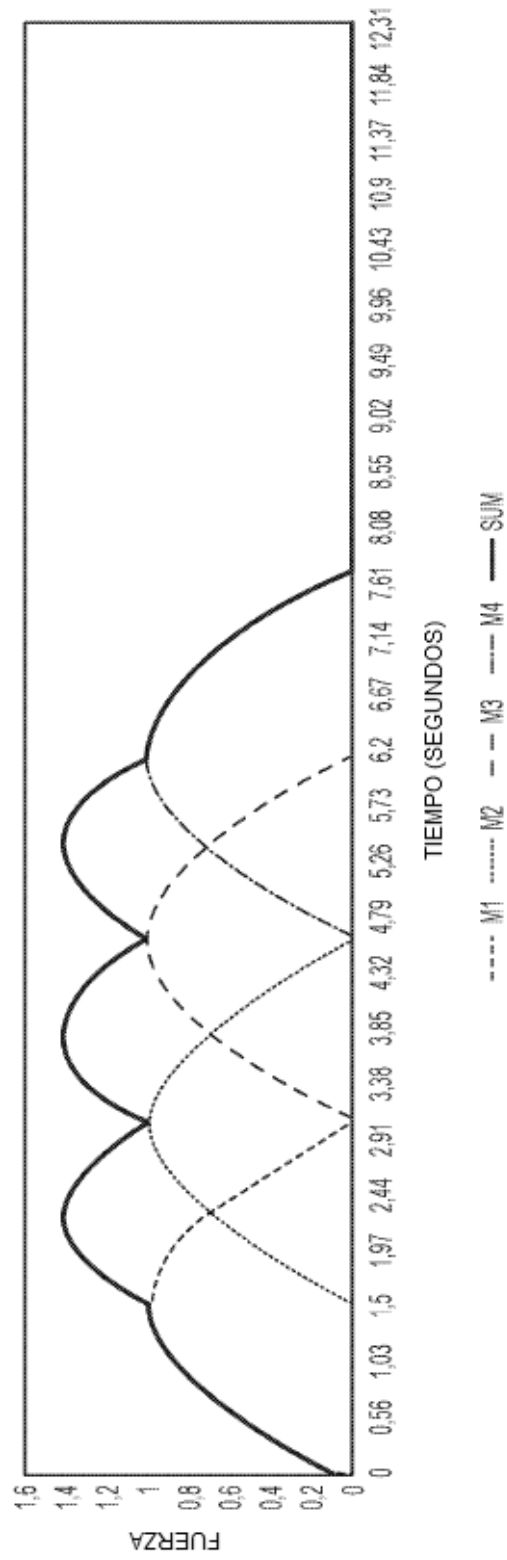


FIG. 6