

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 199**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

G01W 1/00 (2006.01)

G01P 5/26 (2006.01)

G01S 17/95 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2007** **PCT/ES2007/000314**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2007** **WO07138138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2007** **E 07788562 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 2022981**

54 Título: **Método de operación de un aerogenerador**

30 Prioridad:

31.05.2006 ES 200601445

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY
INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)
Avenida de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren (Navarra), ES**

72 Inventor/es:

NIM, ERIK

ES 2 706 199 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

Método de operación de un aerogenerador.

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método de operación de un aerogenerador, y en particular a un método de operación de un aerogenerador en casos de ráfagas extremas de viento.

10 Antecedentes

Los aerogeneradores de velocidad variable con medios de control de la orientación de las palas son bien conocidos en el estado de la técnica.

15 Estos medios de control comprenden al menos un actuador y una transmisión de regulación conectados a un dispositivo de control.

El dispositivo de control recibe datos de entrada de componentes seleccionados del aerogenerador y envía datos de salida al actuador para cambiar la posición angular de las
20 palas según determinadas reglas que permiten la implementación de métodos de operación destinados a la optimización de la producción de potencia y a la protección del aerogenerador en el caso de elevadas velocidades de viento o de fallos del aerogenerador.

Uno de estos casos es el de ráfagas extremas de viento que produce cargas extremas en los
25 componentes estructurales principales tales como la raíz de la pala y la base de la torre. En este caso, la técnica conocida normalmente propone utilizar los citados medios de control para parar el aerogenerador. Por ejemplo, el documento WO 2004/077068 describe el uso de sistemas de radar óptico para detectar ráfagas mucho antes de que el cambio de viento alcance la torre del aerogenerador, de manera que las palas puedan posicionarse en bandera
30 utilizando los medios de control de la orientación de las palas.

US2006/033338A1 describe un estimador de flujo de viento para un aerogenerador que tiene un rotor que es accionado por el viento que aplica potencia para girar las palas del rotor, en esta aplicación no se describe ninguna velocidad máxima. US 2002/0105189 A1 describe
35 aerogeneradores de velocidad variable que tienen generador doblemente alimentado y aplican control de torque y regulación de la orientación basada en la velocidad del rotor del generador.

El objeto de esta invención es un método para tratar este caso, manteniendo el aerogenerador en funcionamiento y minimizando los momentos flectores en la raíz de la pala y en la base de
40 la torre.

Sumario de la invención

Para conseguir este objetivo, la presente invención proporciona un método de operación de un
45 aerogenerador de velocidad variable con medios de control de la orientación de las palas en casos de una ráfaga extrema de viento, caracterizado porque comprende los pasos siguientes:

a) detectar la presencia de una ráfaga extrema de viento;

50 b) realizar un aumento súbito del ángulo de ataque dentro del intervalo de 6 a 14 grados a la máxima velocidad permitida por los medios de control de la orientación de las palas del aerogenerador.

En una realización preferida, el método incluye también el siguiente paso adicional:

c) variar las velocidad del generador para evitar grandes aceleraciones del generador que pudieran hacer que se necesitase un subsiguiente paso b).

5 En una realización preferida, la presencia de una ráfaga extrema de viento se detecta cuando la aceleración del generador es superior a un valor predeterminado durante un tiempo mínimo predeterminado.

10 En otra realización preferida, la presencia de una ráfaga extrema de viento se detecta utilizando sistemas de radar óptico.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa y no limitativa de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

15 **Breve descripción de las figuras**

La Figura 1 es un diagrama esquemático del método de la presente invención.

20 La Figura 2 muestra varias series temporales de la respuesta simulada de un aerogenerador bajo un método de operación según la presente invención en el caso de una ráfaga extrema de viento de 11 m/s.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

25 La norma internacional IEC 61400-1 Edición 2 especifica un caso de hipótesis de carga máxima para una Ráfaga Extrema de Viento a 50 años (EOG_{50}), que describe una ráfaga coherente con una magnitud fijada y una forma de tipo Gaussiana característica.

30 Bajo una estrategia de operación consistente en seguir operando a través de la ráfaga sin ningún tipo de parada, un caso de carga tal puede producir efectos negativos en los aerogeneradores, tales como:

- Sobre-velocidades elevadas del rotor y del generador.

35 - Momento flector extremo en la raíz de la pala.

- Deflexión extrema de la pala hacia la torre.

40 - Momento flector extremo en la base de la torre.

45 En simulaciones aeroelásticas la solicitante ha encontrado que la diferencia principal entre el caso de carga EOG_{50} y los casos de carga de producción normal de potencia está en la magnitud y la duración de la aceleración del generador. En particular, se ha encontrado que sobre-velocidades del 20% del generador se sobrepasan a menudo durante el funcionamiento normal, pero la duración de este exceso es bastante corta comparada con el caso de carga EOG_{50} , en el cual la sobre-velocidad del generador dura más tiempo.

50 En consecuencia, el criterio a aplicar para aumentar el ángulo de ataque según el método de la presente invención es detectar un valor predeterminado de aceleración del generador, medida como un porcentaje de la velocidad nominal del generador (GNS), en el intervalo del 10% al 30% de GNS/sec, y un valor predeterminado de su duración en el intervalo de 0,2 a 0,6 s, con una realización preferida de 0,4 s.

En otra realización preferida la ráfaga se detecta utilizando sistemas de radar óptico montados en el buje del rotor como se describe por ejemplo en el documento WO 2004/077068.

Atendiendo al aumento del ángulo de ataque, se ha encontrado que un aumento del ángulo de ataque en el intervalo de 6 a 14 grados, y preferiblemente en el intervalo de 12 a 14 grados, tiene un efecto favorable tanto para el momento flector extremo de la pala como para la velocidad extrema del generador que pueden aparecer a diferentes velocidades del viento. Un aumento superior del ángulo de ataque no da una reducción significativa adicional de la velocidad máxima extrema del generador.

El incremento del ángulo de ataque ha de realizarse tan rápido como sea posible, es decir, con la máxima velocidad permitida por los medios de control de la orientación de las palas del aerogenerador, que, para un gran número de aerogeneradores estándar, está comprendida en el intervalo de 8 a 10 grados/s.

Un rápido incremento del ángulo de ataque puede originar una situación crítica que podría activar otro ciclo de aumento como el descrito anteriormente, ya que la disminución de la velocidad del rotor inmediatamente después del incremento del ángulo de ataque podría estar seguida de una elevada aceleración. Para evitar este efecto, el método según la invención incluye el paso e), en el cual se disminuye en una primera sub-etapa la velocidad del generador, medida como un porcentaje de la velocidad nominal del generador (GNS), con una tasa de variación en el intervalo de 1% a 4% GNS/sec, con una realización preferida del 2% GNS/sec, hasta alcanzar una velocidad del generador en el intervalo del 60% al 90% GNS, con una realización preferida del 80% GNS, aumentándose lentamente en una segunda subetapa la velocidad del generador con una tasa de variación en el intervalo del 0,5% al 2% GNS/sec, con una realización preferida del 1% GNS/sec, hasta alcanzar la velocidad nominal.

Este método puede implementarse utilizando los medios de control disponibles para la orientación de las palas de los aerogeneradores de velocidad variable conocidos como se muestra en la Figura 1.

Los medios de control para la orientación de las palas comprenden palas 11, un actuador 21, una transmisión de regulación 23 y un dispositivo de control 25. El dispositivo de control recibe datos de entrada del generador 13 y / o de otros componentes 15,17 de la turbina, y envía datos de salida D1 al actuador 21 para cambiar la posición angular de las palas 11 según reglas predeterminadas.

Según el método de la presente invención, el dispositivo de control 25 recibe datos de entrada del generador 13 o de los sistemas de radar óptico montados en el rotor 15 y, después de detectar una ráfaga extrema de viento, envía datos de salida D1 al actuador 21 para aumentar el ángulo de ataque de las palas 11 hacia la posición de bandera en un valor predeterminado. El incremento del ángulo de ataque se hace cambiando el correspondiente valor de referencia que se utiliza como parámetro de entrada en el dispositivo de control.

Las series temporales mostradas en la Figura 2 ilustran los resultados obtenidos con el método de operación objeto de la presente invención en un ejemplo a 11 mis. El incremento del ángulo de ataque se activa en $t=26$ s. Entonces, el valor de referencia de la velocidad del generador se cambia para alcanzar 350 rpm en aproximadamente 9 s, permanecer a 350 rpm durante 10 s y alcanza el valor nominal de 440 rpm en aproximadamente 18 s.

Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro del alcance de, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable que comprende medios de control de la orientación de las palas en casos de una ráfaga extrema de viento, caracterizado porque comprende los pasos siguientes:
- 10 a) detectar la presencia de una ráfaga extrema de viento según la aceleración del generador cuando la aceleración del generador es superior a un valor predeterminado en el intervalo del 10% al 30%, GNS/sec, durante un tiempo mínimo predeterminado en el intervalo de 0,2s a 0,6s; y
- b) realizar un aumento del ángulo de ataque dentro del intervalo de 6 a 14 grados a la máxima velocidad permitida por los medios de control de la orientación de las palas del aerogenerador.
- 15 2. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 1, en el que dicho valor predeterminado de aceleración del generador es del 20% de la aceleración nominal del generador, GNS/sec.
- 20 3. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 1, en el que dicho tiempo mínimo predeterminado es de 0,4 s.
- 25 4. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 1, en el que la magnitud del citado aumento del ángulo de ataque está en el intervalo de 12-14 grados.
5. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 1, que comprende también el paso siguiente:
- 30 c) variar la velocidad del generador para evitar una gran aceleración del generador que pudiera hacer que se necesitase un subsiguiente paso b).
6. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 5, en el que la etapa c) comprende las siguientes sub-etapas:
- 35 c1) disminuir la velocidad del generador a una tasa de variación comprendida en el intervalo del 1% al 4% de la aceleración nominal del generador, GNS/sec, hasta alcanzar un valor de velocidad del generador en el intervalo del 60% al 90% de la velocidad nominal del generador, GNS; y
- 40 c2) aumentar la velocidad del generador a una tasa de variación en el intervalo del 0,5% al 2% de la aceleración nominal del generador, GNS/sec, hasta alcanzar la velocidad nominal del generador.
- 45 7. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 6, en el que la citada tasa de variación de la disminución de la velocidad del generador es del 2% de la aceleración nominal del generador, GNS/sec.
- 50 8. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 6, en el que el citado valor de velocidad del generador es del 80% de la velocidad nominal del generador, GNS.
9. Método de operación de un aerogenerador de velocidad variable según la reivindicación 6, en el que la citada tasa de variación del aumento de la velocidad del generador es del 1% de la aceleración nominal del generador, GNS/sec.

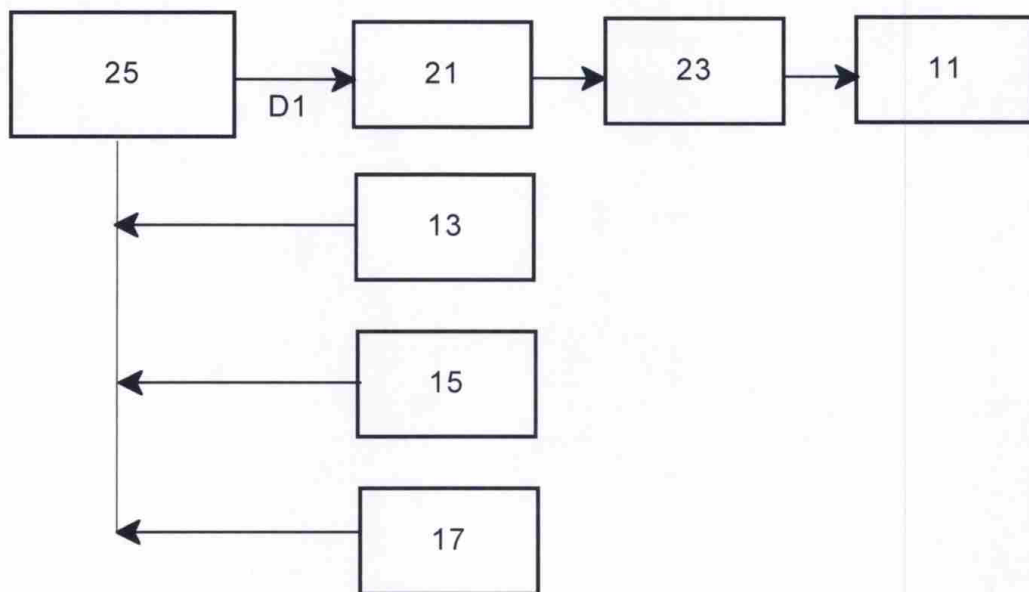


FIG. 1

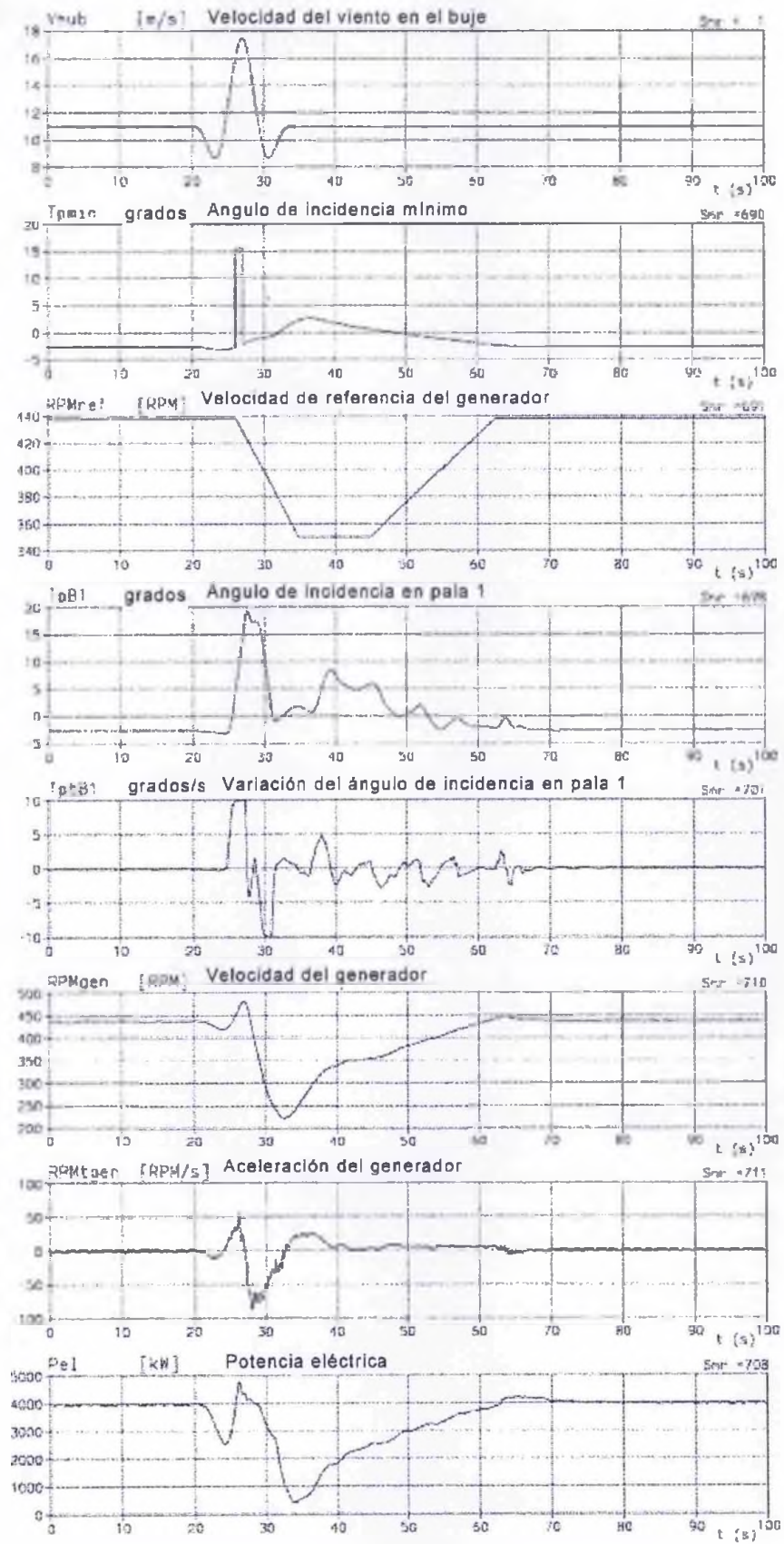


FIG. 2