

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 436**

21 Número de solicitud: 200900158

51 Int. Cl.:

**G05F 1/00** (2006.01)

**H02P 9/10** (2006.01)

**F03D 9/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**21.01.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**21.08.2012**

Fecha de la concesión:

**12.07.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**24.07.2013**

73 Titular/es:

**MONDRAGON GOI ESKOLA POLITEKNIKOA  
LORAMENDI 4**

**20500 MONDRAGON (Gipuzkoa) ES y  
JOSE MARIA ARIZMENDIARRIETA S.COOP**

72 Inventor/es:

**ABAD BIAIN, Gonzalo;  
RODRIGUEZ VIDAL, Miguel Angel y  
POZA LOBO, Francisco Javier**

74 Agente/Representante:

**IGARTUA IRIZAR, Ismael**

54 Título: **METODO DE CONTROL PARA UNA INSTALACION EOLICA DE GENERACION ELECTRICA**

57 Resumen:

Método de control para una instalación eólica de generación eléctrica que comprende una máquina (2) asíncrona con un rotor (4), un estator (3) y un convertidor de potencia (6) que regula la alimentación del rotor (4), estando el estator (3) conectado a una red eléctrica (5) y comprendiendo un flujo de estator (13) un comportamiento oscilatorio cuando dicha red (5) sufre huecos de tensión. El método comprende los pasos de añadir, a una consigna de flujo de rotor (12), un término de compensación que refleja el comportamiento del flujo de estator (13), obteniéndose una nueva consigna de flujo de rotor (11), y realizar un control del flujo del rotor (4) y de un par de la máquina (2) mediante un bloque de control (8) que, mediante la nueva consigna (11), genera una pluralidad de consignas de control (Sa, Sb, Sc) para el convertidor de potencia (6).

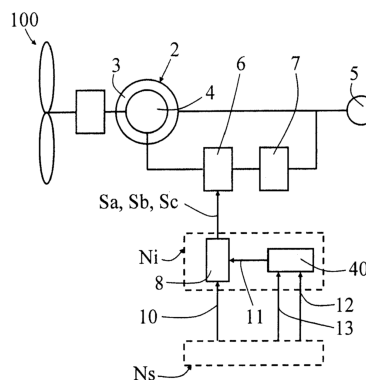


Fig. 3

ES 2 386 436 B1

DESCRIPCIÓN

Método de control para una instalación eólica de generación eléctrica

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con métodos de control para instalaciones de generación eléctrica, y más concretamente con métodos de control para  
10 instalaciones eólicas de generación eléctrica.

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

15 La integración en la red eléctrica de la generación de energía proveniente de fuentes renovables, en particular de la energía eólica, viene sufriendo en los últimos años un incremento cada vez más significativo.

De entre las diferentes soluciones existentes para la generación de energías a partir  
20 del viento, la solución más comúnmente adoptada a día de hoy es la aeroturbina o aerogenerador de velocidad variable. Tal y como su nombre indica, dicha aeroturbina es capaz de modificar su velocidad de giro, adecuándose a la velocidad del viento, con el objetivo de obtener la mayor eficiencia posible para un viento dado y obteniéndose una electricidad generada con menores fluctuaciones y fruto de un  
25 mayor aprovechamiento energético.

Por otro lado, dependiendo del generador utilizado por la aeroturbina para transformar la energía mecánica generada por el viento en energía eléctrica, es posible distinguir dos tipos de aeroturbinas:

30

- Aeroturbinas basadas en máquinas síncronas o asíncronas, y
- Aeroturbinas basadas en máquinas doblemente alimentadas.

En las aeroturbinas que comprenden una máquina asíncrona doblemente  
35 alimentada, por estator y el rotor, también conocidas como máquinas de inducción de rotor bobinado, el estator de la máquina se conecta directamente a la red, mientras que el rotor se conecta a un convertidor electrónico de potencia reversible, tal y como se divulga por ejemplo en la patente US 6449735 B1. Dicho convertidor ajusta la amplitud y frecuencia de la tensión aplicada en el rotor de la máquina,

pudiéndose de esa forma controlar diferentes magnitudes de dicha máquina tales como el par, la velocidad, las corrientes, las potencias, etc.

Por otro lado, desde el punto de vista de la técnica de control y para la máquina  
5 asíncrona doblemente alimentada, las técnicas más utilizadas son el Control Vectorial divulgado por ejemplo en el artículo "*R. Pena, J.C. Clare and G.M. Asher, "Doubly fed induction generator using back-to-back PWM converters and its application to variable-speed wind-energy generation," Proc. IEE. Elec. Power Appl., vol. 143, no. 3, pp. 231–241. May 1996*", y el Control Directo de Potencia, o el  
10 Control Directo de Par. Mediante dichos controles, es posible mantener la máquina controlada en par o en potencia, llegándose a un equilibrio estable de la misma.

Sin embargo, cuando la red a la que se conecta la aeroturbina se ve afectada por diferentes tipos de perturbaciones las técnicas de control anteriormente  
15 mencionadas no garantizan que la máquina se mantenga en un régimen estable de funcionamiento durante dichas perturbaciones. En ocasiones incluso, ante perturbaciones muy severas, es común que la aeroturbina se vea obligada a desconectarse de la red con el objeto de salvaguardar tanto la parte mecánica como la parte eléctrica de la misma. En cuanto a las faltas más frecuentes que se puedan  
20 dar en la red cabe destacar los huecos de tensión. Dichos huecos de tensión en la red pueden producir por ejemplo, sin ninguna acción de control especial dedicada, sobretensiones en la tensión de bus, sobrecorrientes en el rotor y golpes fuertes de par en dicho rotor, que provocan también la desconexión de la aeroturbina de la red con los problemas que ello implica desde el punto de vista de la estabilidad de la  
25 red.

Se conocen del estado de la técnica soluciones para evitar los problemas generados por los huecos de tensión mediante una protección auxiliar, conocida también como protección de crowbar, como son las soluciones divulgadas en lo  
30 documentos WO 200401085 A1 y ES 2298014 A1, por ejemplo. Mediante dicha protección de crowbar, durante un hueco de tensión, se consigue que la máquina o aeroturbina no opere en un régimen de funcionamiento normal pero logre mitigar los fuertes incrementos de par y de corriente que se producirían en la aeroturbina, sin necesidad de que dicha máquina sea desconectada de la red.

35 En el documento ES 2291103 A1 por ejemplo, se propone una solución alternativa a la protección de crowbar para mitigar los problemas generados por los huecos de tensión en la red eléctrica. Dicha solución se basa en una estrategia de control especialmente diseñada para el momento en que se produce el hueco de red, y es

capaz de evitar la necesidad del crowbar para solventar dichos problemas.

## EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

5

El objeto de la invención es el de proporcionar un método de control para una instalación eólica de generación eléctrica, según se describe en las reivindicaciones.

10 El método de control de la invención está diseñado para su uso en una instalación eólica de generación eléctrica. Este tipo de instalaciones comprende una máquina asíncrona doblemente alimentada y conectada a una red eléctrica, que comprende un rotor, un estator y un convertidor de potencia que regula la alimentación del rotor, estando el estator conectado directamente a la red eléctrica.

15 Cuando la red eléctrica sufre huecos de tensión, al estar conectado directamente a dicha red eléctrica no se puede evitar que el estator sea directamente afectado por dichos huecos de tensión, y un flujo de estator comprende un comportamiento oscilatorio. El método comprende el empleo de un término de compensación reflejo del comportamiento oscilatorio del flujo del estator en esas circunstancias, para  
20 reflejar dicho comportamiento en la consigna de flujo del rotor. Para ello, a una consigna de flujo de rotor determinada se le añade dicho término de compensación obteniéndose una nueva consigna de flujo de rotor, siendo la nueva consigna de flujo de rotor tratada por un bloque de control que genera una pluralidad de consignas de control que llegan al convertidor de potencia, en vez del empleo  
25 directo de la consigna de flujo de rotor determinada, regulando dicho convertidor de potencia la alimentación del rotor en función de dichas consignas de control.

De esta manera, empleándose el método de la invención se consigue controlar el par de la máquina, que permanece al valor demandado incluso cuando la red  
30 eléctrica sufre huecos de tensión, y el flujo de rotor incluso cuando en la red eléctrica se tienen huecos de tensión, pudiendo regularse la alimentación de la tensión del rotor para que dicho rotor se comporte bajo circunstancias o premisas similares que el estator (que se ve directamente afectado por dichos huecos al estar directamente conectado a la red eléctrica, es inevitable), y se pueda mantener así  
35 controlado tanto el flujo de rotor como el par de la máquina ante dichos huecos de tensión, sin necesidad de desconectar dicha máquina. Al tratarse de un control, además, el método de la invención puede integrarse en un control necesario ya existente en la propia instalación, no siendo necesario incorporar elementos de protección adicionales como el crowbar, que encarecerían dicha instalación, para

mitigar los efectos de los huecos de tensión.

Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

5

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 La FIG. 1 es una vista esquemática de una realización de una instalación adaptada para utilizar el método de la invención.

La FIG. 2 muestra una realización de un bloque de generación empleado en el método de la invención, para la generación de la nueva consigna de flujo de rotor.

15 La FIG. 3 es una vista esquemática de la instalación de la FIG. 1, con un control según el método de la invención.

20 En la FIG. 4a se muestra la evolución de una de la tensión de la red eléctrica, obtenida como resultado de una simulación de una realización del método de la invención.

25 En la FIG. 4b se muestra la evolución de una corriente de estator de la máquina la tensión de la instalación de la FIG. 1, obtenida como resultado de una simulación de una realización del método de la invención.

En la FIG. 4c se muestra la evolución de una corriente de rotor de la máquina la tensión de la instalación de la FIG. 1, obtenida como resultado de una simulación de una realización del método de la invención.

30 En la FIG. 4d se muestra la evolución de una nueva consigna de flujo de rotor de la máquina la tensión de la instalación de la FIG. 1, obtenida como resultado de una simulación de una realización del método de la invención.

35 En la FIG. 4e se muestra la evolución de un flujo de estator estimado de la máquina la tensión de la instalación de la FIG. 1, obtenida como resultado de una simulación de una realización del método de la invención.

En la FIG. 4f se muestra la evolución de una de una consigna de par de la máquina la tensión de la instalación de la FIG. 1, obtenida como resultado de una simulación

de una realización del método de la invención.

## 5 EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El método de control de la invención está diseñado para su uso en una instalación 100 eólica de generación eléctrica. La instalación 100 comprende una máquina 2 convencional asíncrona doblemente alimentada, por rotor 4 y estator 3, como la 10 divulgada en el documento US6449735B1 por ejemplo. El estator 3 se conecta directamente a una red eléctrica 5, mientras que el rotor 4 se conecta a dicha red eléctrica 5 a través de un convertidor de potencia 6 que regula o controla la alimentación de dicho rotor 4 y que es conocido comúnmente como "convertidor 15 lado rotor" o "*Rotor side converter*", y de un convertidor adicional 7 conocido comúnmente como "convertidor lado red" o "*Grid side converter*", tal y como se muestra en la realización de la figura 1. El convertidor de potencia 6 está conectado por un lado al convertidor adicional 7 y por el otro lado al rotor 4, estando dicho convertidor adicional 7 unido por un lado a dicho convertidor de potencia 6 y por otro a la red eléctrica 5, generándose entre ambos convertidores 6 y 7 una tensión de 20 bus  $V_{bus}$ , continua, que es empleada por el convertidor de potencia 6 para alimentar el rotor 4, de acuerdo con una pluralidad de consignas de control Sa, Sb y Sc que recibe dicho convertidor de potencia 6, como pueden ser la tensión a aplicar al rotor 4 y su frecuencia o pulsación por ejemplo, pudiendo tenerse en cuenta diferentes parámetros de la máquina 2 para obtener dichas consignas de control 25 Sa, Sb y Sc, además de otros parámetros como pueden ser una consigna de flujo de rotor 12 y una consigna de par 10 de la máquina 2. La consigna de flujo de rotor 12 y la consigna de par 10 de la máquina 2 se obtienen en un nivel de control superior Ns, como puede ser el utilizado en el método divulgado en la patente U6448735B1 por ejemplo.

30

El estator 3 está conectado directamente a la red eléctrica 5, viendo directamente afectado por huecos de tensión presentes en dicha red eléctrica 5 sin que pueda evitarse. Así, el flujo del estator 3 se ve afectado por dichos huecos de tensión, que tal y como es conocido presenta un comportamiento oscilatorio en dichas 35 circunstancias. En el método de la invención se realiza una estimación de dicho flujo del estator 3, que es conocido que puede obtenerse de diferentes maneras. En el método de la invención dicho flujo de estator 13 estimado se obtiene preferentemente a partir de un modelo matemático de la máquina 2, requiriendo dicho modelo matemático las corrientes de rotor  $i_r$  y de estator  $i_s$ , y los parámetros

de la máquina 2, tal y como se define en la siguiente ecuación:

$$\vec{\Psi}_s = L_s * \vec{i}_s + L_h * \vec{i}_r;$$

5 en donde:

- $\vec{\Psi}_s$  = flujo de estator 13 estimado,
- $L_s$  = inductancia propia del estator 3,
- $\vec{i}_s$  = corriente del estator 3,
- $L_h$  = inductancia mutua, y
- 10 -  $\vec{i}_r$  = corriente del rotor.

Sin embargo, es conocido que el flujo de estator 13 puede obtenerse de otras maneras, no limitándose la invención únicamente a este modo de realización concreto, si no que también puede emplearse un flujo de estator 13 estimado de  
15 otra manera, que responda o se vea afectado por los huecos de tensión en la red eléctrica 5.

El método de la invención establece añadir a la consigna de flujo de rotor 12, un término de compensación 70 que refleja el comportamiento del flujo del estator 3, a  
20 partir del flujo de estator 13 estimado, obteniéndose una nueva consigna de flujo de rotor 11 como resultado de la adición, un bloque de generación 40 tal y como se muestra en la figura 2.

El término de compensación 70 se obtiene a partir de un valor de referencia 20  
25 establecido para el flujo del estator 3 y del flujo de estator 13 estimado. El valor de referencia 20 es un valor constante que se corresponde con el valor ideal del flujo del estator 3, obtenido, preferentemente, a partir de la pulsación de la red eléctrica 5 y de una amplitud de la tensión de dicha red eléctrica 5, tal y como se define en la siguiente ecuación:

30

$$|\vec{\Psi}_{ref\_sl}| = \frac{|V_{sl}|}{\omega_s};$$

en donde:

- $|\vec{\Psi}_{ref\_sl}|$  = valor de referencia 20,
- 35 -  $|V_{sl}|$  = amplitud de la tensión de la red eléctrica 5, y
- $\omega_s$  = pulsación de la red eléctrica 5.

En el método de la invención, el término de compensación 70 se obtiene

preferentemente tal y como se define en la siguiente ecuación:

$$|\Psi_{rl}| = |\Psi_{sl}| - \frac{|\vec{V}_s|}{\omega_s};$$

5 en donde:

- $|\Psi_{rl}|$  = término de compensación 70,
- $|\vec{V}_s|$  = amplitud de la tensión de la red eléctrica 5,
- $\omega_s$  = pulsación de la red eléctrica 5, y
- $|\Psi_{sl}|$  = flujo de estator 13 estimado.

10

De esta manera, el término de compensación 70 es un reflejo del flujo de estator 13 estimado, comprendiendo un comportamiento oscilatorio ante huecos de tensión en la red eléctrica 5 al igual que dicho flujo de estator 13 estimado, estando adaptado además a las características del rotor 4 mediante el empleo del valor de referencia 15 20 para poder obtenerse la nueva consigna de flujo de rotor 11.

El método de la invención también establece realizar un control del flujo del rotor 4 y del par de la máquina 2 mediante un bloque de control 8 que genera las consignas de control Sa, Sb y Sc que llegan al convertidor de potencia 6, llegando la nueva 20 consigna de flujo 11 hasta dicho bloque de control 8 para que sea utilizada en la generación de las consignas de control Sa, Sb y Sc. Dicho bloque de control 8, tal y como se muestra en la figura 3, también emplea como consigna la consigna de par 10 de la máquina 2, por lo que se tiene como resultado un control sobre el flujo del rotor 4 y un control sobre el par de dicha máquina 2. El bloque de control 8 25 empleado está adaptado para controlar el flujo del rotor 4 y el par de la máquina 2. Preferentemente, el bloque de control 8 empleado es un bloque que permite un control directo tanto de par como de flujo, como puede ser por ejemplo el conocido comúnmente como DTC ("*Direct Torque Control*"), que está divulgado por ejemplo en el documento US6448735B1. A dicho bloque de control 8 también le llega, tal y 30 como se ha comentado anteriormente, una consigna de par 10 para el par de la máquina 2 que se obtiene en el mismo nivel de control superior Ns que la consigna de flujo de rotor 12, estando dicho bloque de control 8 y el bloque de generación 40 en un nivel Ni de control inferior al nivel superior Ns

35 En el método de la invención, la consigna del flujo del rotor que se tiene en cuenta para regular la tensión de alimentación del rotor 4 mediante el convertidor de potencia 6 es la nueva consigna de flujo de rotor 11 en vez de la consigna de flujo de rotor 12 determinada en el nivel superior Ns, de tal manera que dicho convertidor



de potencia 6 también regula dicha tensión en los intervalos T1 en los que la red eléctrica 5 sufre huecos de tensión, disminuyéndose el riesgo de que debido a dichos huecos de tensión haya sobretensiones en la tensión de bus Vbus y de que la máquina 2 sufra sobrecorrientes en el rotor 4 y/o golpes fuertes de par, que  
5 puedan dar como resultado la desconexión de la máquina 2 de la red eléctrica 5, por ejemplo, evitándose los problemas que ello implica desde el punto de vista de la estabilidad de dicha red eléctrica 5.

En las figuras 4a-4f se muestran diferentes variables de la máquina 2 como  
10 resultado de una simulación realizada empleando el método de la invención, mostrándose su comportamiento antes de un instante T1 en el que la red eléctrica 5 sufre un hueco de tensión, y después de dicho instante T1 en donde dicho hueco de tensión está presente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Método de control para una instalación eólica de generación eléctrica que comprende una máquina (2) asíncrona doblemente alimentada y conectada a una red eléctrica (5), comprendiendo la máquina (2) un rotor (4), un estator (3) y un convertidor de potencia (6) que regula la tensión de alimentación del rotor (4), y estando el estator (3) conectado directamente a la red eléctrica (5), comprendiendo un flujo de estator (13) de dicho estator (3) un comportamiento oscilatorio cuando dicha red eléctrica (5) sufre huecos de tensión,
- 5
- 10 **caracterizado porque**  
 el método comprende los pasos de  
 añadir, a una consigna de flujo de rotor (12) determinada, un término de compensación (70) que refleja el comportamiento del flujo de estator (13), obteniéndose una nueva consigna de flujo de rotor (11) como resultado de la
- 15 adición, y  
 realizar un control del flujo del rotor (4) y de un par de la máquina (2) mediante un bloque de control (8) que genera una pluralidad de consignas de control (Sa, Sb, Sc) que llegan al convertidor de potencia (6), regulando dicho convertidor de potencia (6) la alimentación del rotor (4) en función de dichas
- 20 consignas de control (Sa, Sb, Sc), tratándose la nueva consigna de flujo de rotor (11) para tal fin.
- 2.- Método según la reivindicación 1, en donde el bloque de control (8) permite un control directo del flujo del rotor (4) y del par de la máquina (2), empleando
- 25 únicamente una consigna de par (10) y la nueva consigna de flujo (11) como consignas.
- 3.- Método según la reivindicación 2, en donde el bloque de control (8) es un bloque de control directo de par o DTC.
- 30
- 4.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el término de compensación (70) para la consigna del flujo del rotor (4) se obtiene al restar al flujo de estator (13) un valor de referencia (20) del flujo del estator (3) previamente establecido.
- 35
- 5.- Método según la reivindicación 4, en donde el valor de referencia (20) es un valor constante que se corresponde con el valor ideal del flujo del estator (3), obtenido a partir de la pulsación (ws) de la red eléctrica (5) y la amplitud de la tensión (Vs) de dicha red eléctrica (5).

6.- Método según la reivindicación 5, en donde el valor de referencia (20) se obtiene dividiendo el módulo de la tensión ( $V_s$ ) de la red eléctrica (5) entre la pulsación ( $\omega_s$ ) de dicha red eléctrica (5).

5

7.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, en donde el flujo de estator (13) se obtiene a partir de un modelo matemático de la máquina (2), requiriendo dicho modelo matemático las corrientes de rotor ( $i_s$ ) y de estator ( $i_r$ ) y los parámetros de la máquina (2).

10

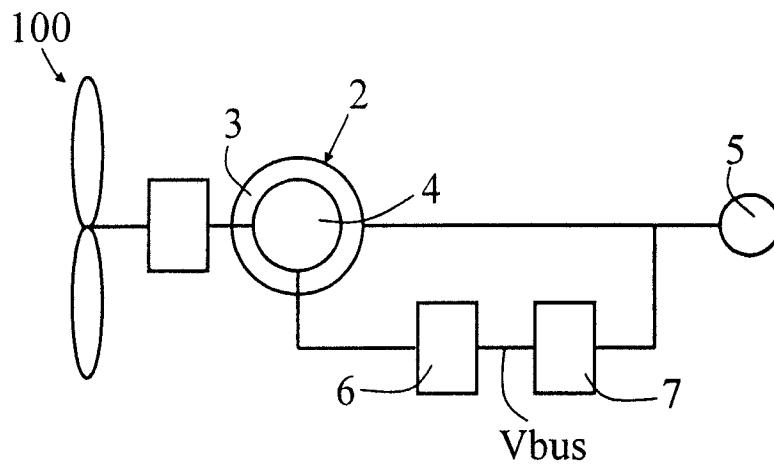


Fig. 1

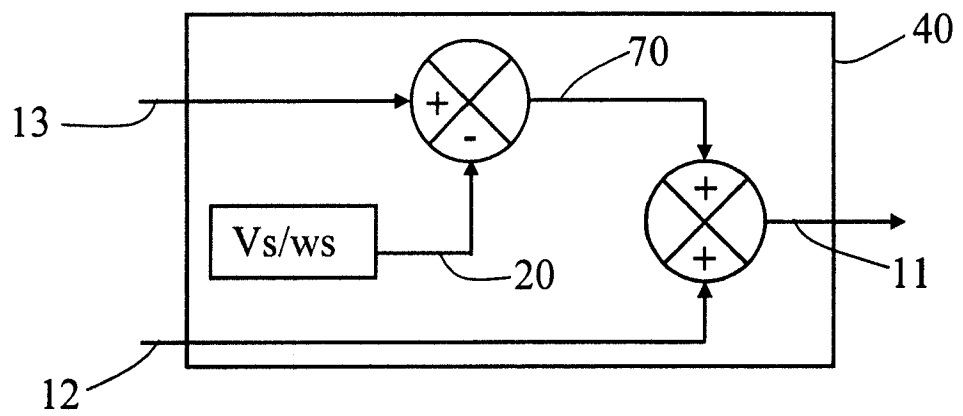


Fig. 2

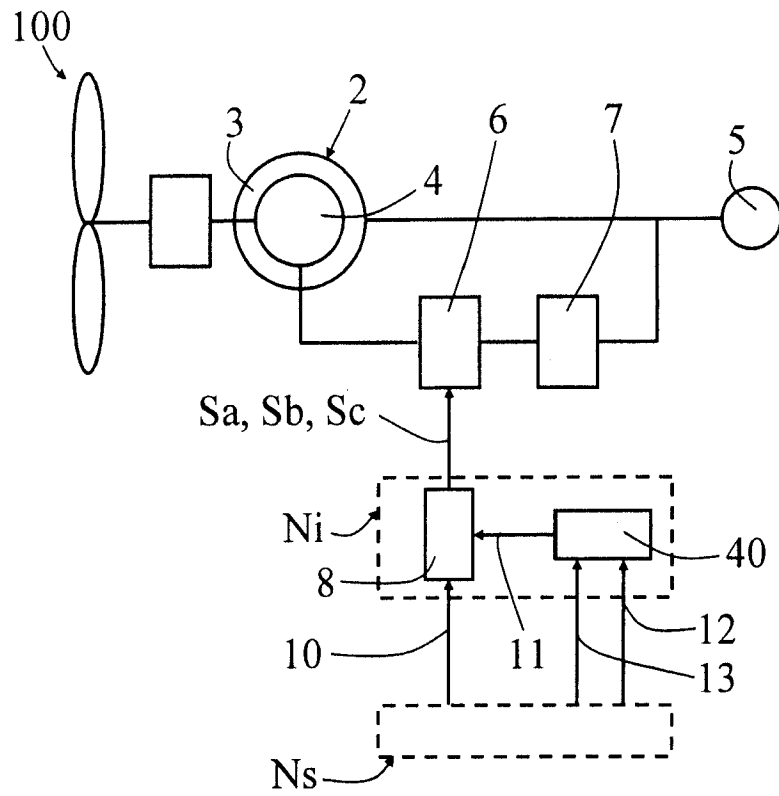


Fig. 3

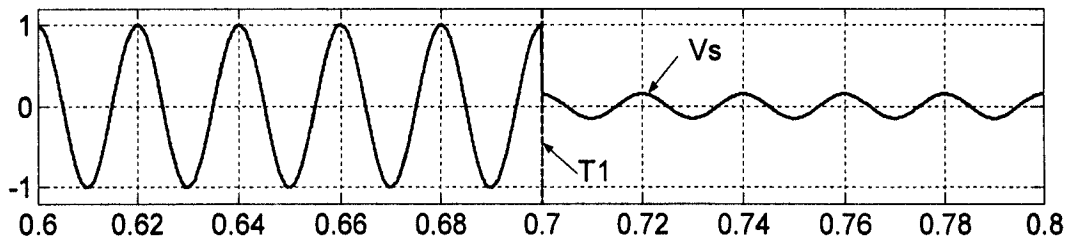


Fig. 4a

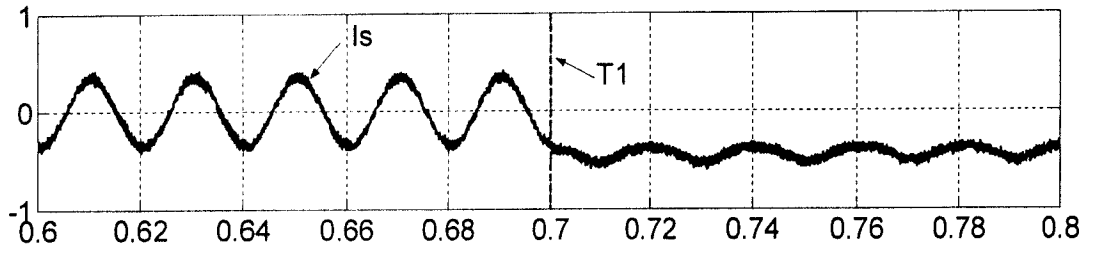


Fig. 4b

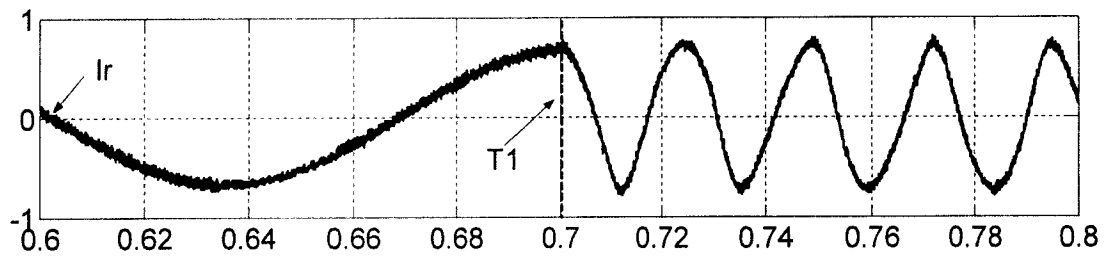


Fig. 4c

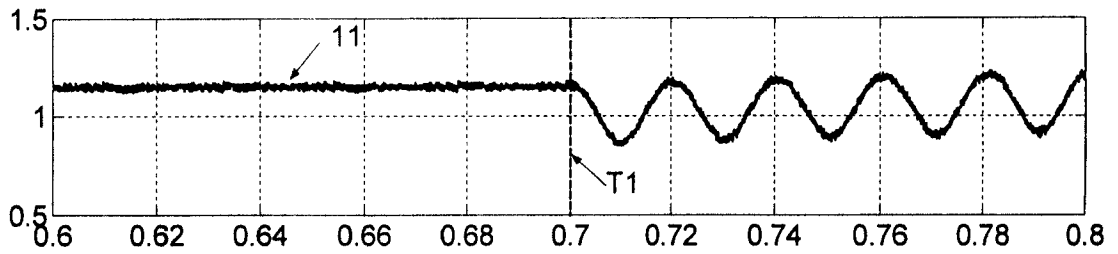


Fig. 4d

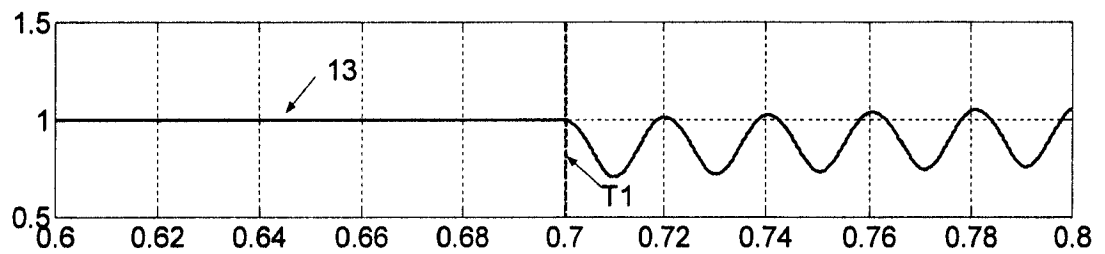


Fig. 4e

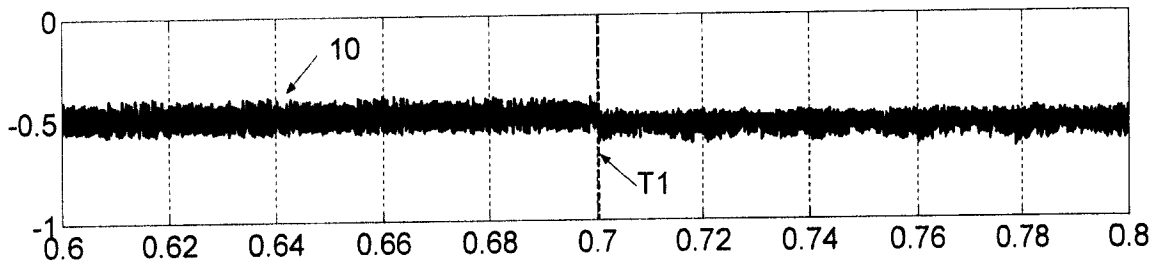


Fig. 4f



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200900158

②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.01.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	US 2007052244 A1 ( HUDSON) 08/03/2007, párrafos [25-28; 42]; reivindicaciones 1, 8; figura 1	1,2 3
Y	US 2002101221 A1 ( STEFANOVIC ET AL.) 01/08/2002, párrafos [11, 16, 22-24]	3
X Y	CA 2679326 A1 (WOODWARD) 02/10/2008, página 2, línea 14-página 3, línea 18; página 6, línea 19-página 7, línea 11; página 9, líneas 10-23	1,2 3
Y	US 6448735 B1 (GOKHALE ET AL.) 10/09/2002, Párrafos [6, 9, 11-16]	3
X Y	(MARVIK et al.) "Control of a Wind Turbine with a Doubly Fed Induction Generator after Transient Failures". Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics (NORPIE04), Trondheim junio/2004	1,2 3
Y	(ABAD et al.) "Two-Level VSC Based Predictive Direct Torque Control of the Doubly Fed Induction Machine With Reduced Torque and Flux Ripples at Low Constant Switching Frequency". IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, Vol. 23, No. 3, Páginas: 1050-1061. 01/05/2008	3
A	WO 2006030183 A1 (UNIV MANCHESTER ET AL.) 23/03/2006, párrafos [88-126]; figuras 4-10	1-7

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  
31.07.2012

Examinador  
F. J. Olalde Sánchez

Página  
1/4



CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G05F1/00** (2006.01)

**H02P9/10** (2006.01)

**F03D9/00** (2006.01)

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

G05F1, H02P, 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, WPI, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.07.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 3-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1,2	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 4-7	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-3	<b>NO</b>

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 2007052244 A1	08.03.2007
D02	CA 2679326 A1	02.10.2008
D03	Control of a Wind Turbine with a Doubly Fed Induction Generator after Transient Failures	06/2004
D04	US 2002101221 A1	01.08.2002
D05	US 6448735 B1	10.09.2002
D06	Two-Level VSC Based Predictive Direct Torque Control of the Doubly Fed Induction Machine With Reduced Torque and Flux Ripples at Low Constant Switching Frequency	01/05/2008

**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**

De acuerdo con el artículo 29.6 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/86 de Patentes se considera que los objetos definidos por las reivindicaciones 1-3 no cumplen aparentemente los requisitos de novedad en el sentido del artículo 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes (LP), y/o de actividad inventiva en el sentido del artículo 8.1 LP, en relación con el estado de la técnica establecido por el artículo 6.2 de dicha Ley. En concreto,

Los documentos D01-D03 divulgaron métodos de control frente a huecos de tensión (transitorios) en la red para una instalación eólica de generación eléctrica que comprende una máquina asíncrona doblemente alimentada y conectada a una red eléctrica, comprendiendo la máquina un rotor, un estator y un convertidor de potencia que regula la tensión de alimentación del rotor, y estando el estator conectado directamente a la red eléctrica. En todos ellos se añade a una consigna de flujo de rotor un término de compensación, obteniéndose una nueva consigna de flujo de rotor y realizándose un control del flujo de rotor y del par de la máquina mediante un bloque de control que genera consignas que llegan al convertidor de potencia, regulando dicho convertidor la alimentación del rotor en función de dichas consignas de control, empleando una consigna de par y una consigna de flujo.

Parece, por tanto, que los objetos definidos por las reivindicaciones 1 y 2 carecen de novedad frente a los documentos D01-D03. Por propia definición, la carencia de novedad implica carencia de actividad inventiva.

Por otro lado, los documentos D04-D06 divulgaron bloques de control directo de par DTC que el experto en la materia utilizaría de manera evidente en cualquiera de los procedimientos divulgados en D01-D03 para obtener el método objeto de la reivindicación 3, pareciendo carecer, pues, de actividad inventiva.

No parece que los métodos objeto de las reivindicaciones 4-7 deriven de un modo evidente del estado de la técnica, obteniendo el término de compensación restando al flujo del estator un valor de referencia del flujo de estator previamente establecido a partir de la pulsación y la amplitud de tensión de la red eléctrica, dividiendo el módulo de la tensión de la red entre la pulsación de dicha red.