

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 964**

21 Número de solicitud: 200900572

51 Int. Cl.:

H02P 27/04 (2006.01)
H02M 5/40 (2006.01)
H02J 3/36 (2006.01)
F03D 7/00 (2006.01)
F03D 9/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

02.03.2009

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.04.2012

Fecha de la concesión:

12.02.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

22.02.2013

73 Titular/es:

**INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A. (100.0%)
 PARQUE TECNOLOGICO DE BIZKAIA, EDIFICIO
 106, 2º
 48170 ZAMUDIO (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**MAYOR LUSARRETA, Jesús;
 SOLÉ LÓPEZ, David;
 ACEDO SÁNCHEZ, Jorge;
 CARCAR MAYOR, Ainhoa;
 ZABALETA MAEZTU, Mikel y
 SIMÓN SEGURA, Susana**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **MÉTODO PARA OPERAR UN CONVERTIDOR DE UN GENERADOR EÓLICO.**

57 Resumen:

Método para operar un convertidor de un generador eólico.

Método para operar un convertidor de potencia lado red (105) de un aerogenerador en situaciones en las que su capacidad de evacuación de potencia se ve superada.

La invención comprende: calcular la capacidad de evacuación de potencia del convertidor lado red (SPcof_red); obtener la potencia no evacuable por el convertidor lado red a la red, mediante la comparación de la potencia procedente del bus de continua con la capacidad de evacuación de potencia del convertidor lado red (SPcof_red) calculada; y desviar la potencia no evacuable a la red a una carga controlada (201).

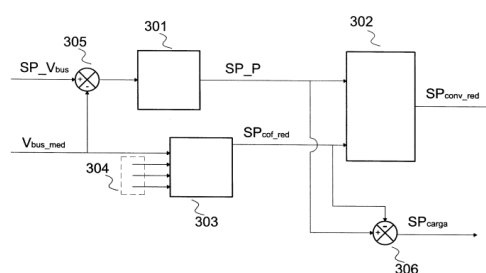


Fig. 3

ES 2 378 964 B1

DESCRIPCIÓN

Método para operar un convertidor de un generador eólico.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un método para operar un convertidor de potencia lado red de un aerogenerador en situaciones en las que su capacidad de evacuación de potencia se ve superada.

Antecedentes de la invención

En los últimos años el número de aerogeneradores y parques eólicos conectados a la red eléctrica ha aumentado de forma notable. Por este motivo, se ha incrementado el nivel de exigencia de estas máquinas, especificando una serie de requisitos de actuación que mejoren el comportamiento del aerogenerador evitando esfuerzos mecánicos y obteniendo una rápida respuesta ante perturbaciones en la red.

La invención propuesta se centra en el modo de operación de un convertidor de potencia de un aerogenerador, en concreto en el convertidor lado red. Se entiende por convertidor de potencia cualquier topología que emplee electrónica de potencia y el control asociado. Dichos elementos constituyen una unidad funcional encargada de controlar las magnitudes rotóricas y/o estáticas de tal manera que permita entregar energía a la red eléctrica, funcionando a velocidad variable o fija. El convertidor de potencia puede ser una topología formada por uno o varios back-to-back (conversiones de AC - DC - AC reversibles, a través de un bus de continua, donde AC es corriente alterna y DC corriente continua) o cualquier otra topología que realice la funcionalidad comentada.

En determinadas situaciones, el convertidor lado red necesita evacuar más potencia que la potencia nominal de diseño. Si un convertidor lado red se dimensiona para la máxima potencia solicitada en el rango de operación del aerogenerador, el diseño resultante sería innecesariamente grande, resultando un diseño poco óptimo que vendría determinado por la necesidad de dar respuesta en momentos puntuales. Por ejemplo, esta situación se presenta en ocasiones poco frecuentes como es el caso de sobrevelocidades extremas que actualmente exigen un sobredimensionamiento del convertidor lado red para evacuar la potencia rotórica.

Por otro lado, operar una carga de forma controlada (i.e. una resistencia) para evacuar potencia de un bus de continua de un convertidor de potencia se lleva haciendo desde hace décadas, por ejemplo en variadores de velocidad. En la figura 2 se representa esta solución que forma parte del estado de la técnica (Fuente: Power electronics: converters, applications, and design, Ned Mohan, Ed. John Wiley & Sons, 1989, Página 421, Figura 14-20 (a)).

Utilizando como base esta tecnología conocida, en la patente US7102247 se presenta un circuito formado por una carga controlada cuya finalidad es actuar ante huecos de red, permitiendo la desactivación temporal del convertidor lado máquina.

Descripción de la invención

Para conseguir los objetivos y resolver los inconvenientes anteriormente indicados, la presente invención describe un método para operar la carga controlada de un aerogenerador que permite reducir el dimensionado del convertidor lado red, haciendo que éste no tenga que hacer frente a los sobrerrequerimientos de potencia puntuales.

Estos sobrerrequerimientos de potencia puntuales son especialmente importantes ante ráfagas de viento. En estas situaciones extremas, la respuesta del sistema es mejorada al solicitarle al convertidor de potencia un mayor par de frenado. La invención propuesta permite aumentar el par de frenado sin necesidad de sobredimensionar el convertidor lado red.

El método propuesto en la invención permite la continuidad de la operación del aerogenerador aún en condiciones en las que la capacidad de evacuación de potencia del convertidor lado red se ve temporalmente reducida o no es capaz de evacuar la potencia requerida, tales como por ejemplo, condiciones anómalas de red, sobrecalentamiento en los semiconductores, excursiones de velocidad, condiciones atmosféricas extremas, fallos en el sistema de refrigeración, y cualquier otra condición.

La invención propuesta es válida para aerogeneradores que al menos comprenden un convertidor de potencia que incluye:

- al menos un convertidor electrónico conectado al rotor del generador,
- al menos un convertidor electrónico, capaz de suministrar o evacuar la potencia que dicho rotor del generador consume o genera,
- al menos un bus de continua,

En una realización preferida, una carga controlada está conectada al bus de continua, tal y como se ha descrito en el estado de la técnica anteriormente citado.

Esta invención se aplica a cualquier topología de convertidor de potencia que incluya un bus de continua, como por ejemplo, un aerogenerador doblemente alimentado.

Se entiende por aerogenerador doblemente alimentado aquellas turbinas eólicas de velocidad variable que están equipadas con generadores asíncronos de rotor bobinado cuyo rotor está alimentado a través de un convertidor de potencia. El convertidor de potencia es el encargado de gestionar la energía de los devanados rotóricos.

En la invención se propone un método de operación de un convertidor de potencia eólico que comprende las siguientes etapas:

- Calcular la capacidad de evacuación de potencia del convertidor lado red.
- Obtener la potencia no evacuable por el convertidor lado red a la red, mediante la comparación de la potencia procedente del bus de continua con la capacidad de evacuación de potencia del convertidor lado red calculada.
- Desviar la potencia no evacuable a la red a una carga controlada.

En una realización preferida, el cálculo de la capacidad de evacuación del convertidor lado red se realiza a partir de la capacidad nominal y de al menos una variable previamente medida. Como ejemplo de variables cabe citar las siguientes: la temperatura del radiador, condiciones de red, el estado correcto o anómalo de los componentes del convertidor, la temperatura de los componentes del filtro de red, la tensión del bus de continua, la prioridad de generación de potencia reactiva. Estas variables pueden ser consideradas de forma individual o conjunta.

En otra realización preferida del método, las variables medidas se introducen en una tabla de la que, para cada una de las variables medidas, se obtiene un coeficiente de reducción de la potencia nominal. El método propuesto comprende seleccionar el mínimo de los coeficientes de reducción, y aplicarlo a la potencia nominal del convertidor de potencia.

A continuación, para facilitar una mejor comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan una serie de figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

Breve descripción de las figuras

Figura 1: muestra un esquema del estado de la técnica de un aerogenerador con una topología doblemente alimentada.

Figura 2: muestra una representación general del estado de la técnica de una resistencia controlada.

Figura 3: muestra una realización preferida de una implementación del método descrito en esta invención.

Descripción de uno o varios ejemplos de realización de la invención

Seguidamente se realiza una descripción de ejemplos de la invención, citando referencias de las figuras.

En la figura 1 se representa una topología de aerogenerador doblemente alimentado que forma parte del estado de la técnica actual. Los principales elementos de esta topología son las palas del aerogenerador (101), la multiplicadora (102), el generador eléctrico (107), el convertidor de potencia (103), el convertidor de potencia lado red (105), el bus de continua (106) y la red eléctrica (104).

En la figura 2 se representa una resistencia controlada (201) dentro del convertidor de potencia (103),

que también forma parte del estado de la técnica.

La figura 3 representa una realización preferida del método de la invención. En primer lugar se mide la tensión del bus (Vbus_med) y se compara (305) con la tensión nominal (SP_Vbus), e introduciendo la diferencia en un regulador denominado regulador del bus de continua (301), se calcula la potencia necesaria a evacuar del bus de continua (SP_P).

Por otro lado, se miden una serie de variables (304) para realizar el cálculo de la capacidad de evacuación del convertidor lado red (SPcof_red), y se introduce cada una de las variables medidas (304) en una tabla. Se obtiene un coeficiente de reducción de la potencia nominal para cada variable (304), de manera que la salida de cada tabla es el tanto por ciento de la potencia nominal que se puede evacuar en función de la variable medida. Se selecciona la mínima de estas salidas, dicha salida se multiplica por la potencia nominal, resultando la capacidad evacuable máxima (SPcof_red). Ejemplos de variables medidas son temperatura del radiador de los semiconductores, condiciones de red, estado de los componentes del convertidor, temperatura de los componentes del filtro de red, tensión del bus de continua, prioridad de generación de potencia reactiva.

La potencia necesaria a evacuar del bus de continua (SP_P) y la capacidad de evacuación del convertidor lado red (SPcof_red) se comparan (306) y de esta comparación se obtiene la potencia que no es capaz de evacuar el convertidor lado red a la red, es decir, la potencia a transferir a la carga controlada (SPcarga). En otro bloque (302) se calcula la potencia que se envía al convertidor lado red (SPconv_red), seleccionando el mínimo entre la potencia necesaria a evacuar del bus de continua (SP_P) y la capacidad de evacuación del convertidor lado red (SPcof_red).

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

REIVINDICACIONES

1. Método para operar un convertidor de un generador eólico doblemente alimentado que incluye una carga controlada, y que comprende:

- calcular la capacidad de evacuación del convertidor lado red,
- obtener la potencia no evacuable por el convertidor lado red a la red, mediante la comparación de la potencia procedente del bus de continua con la capacidad de evacuación del convertidor lado red calculada,
- desviar la potencia no evacuable a la red a una carga controlada.

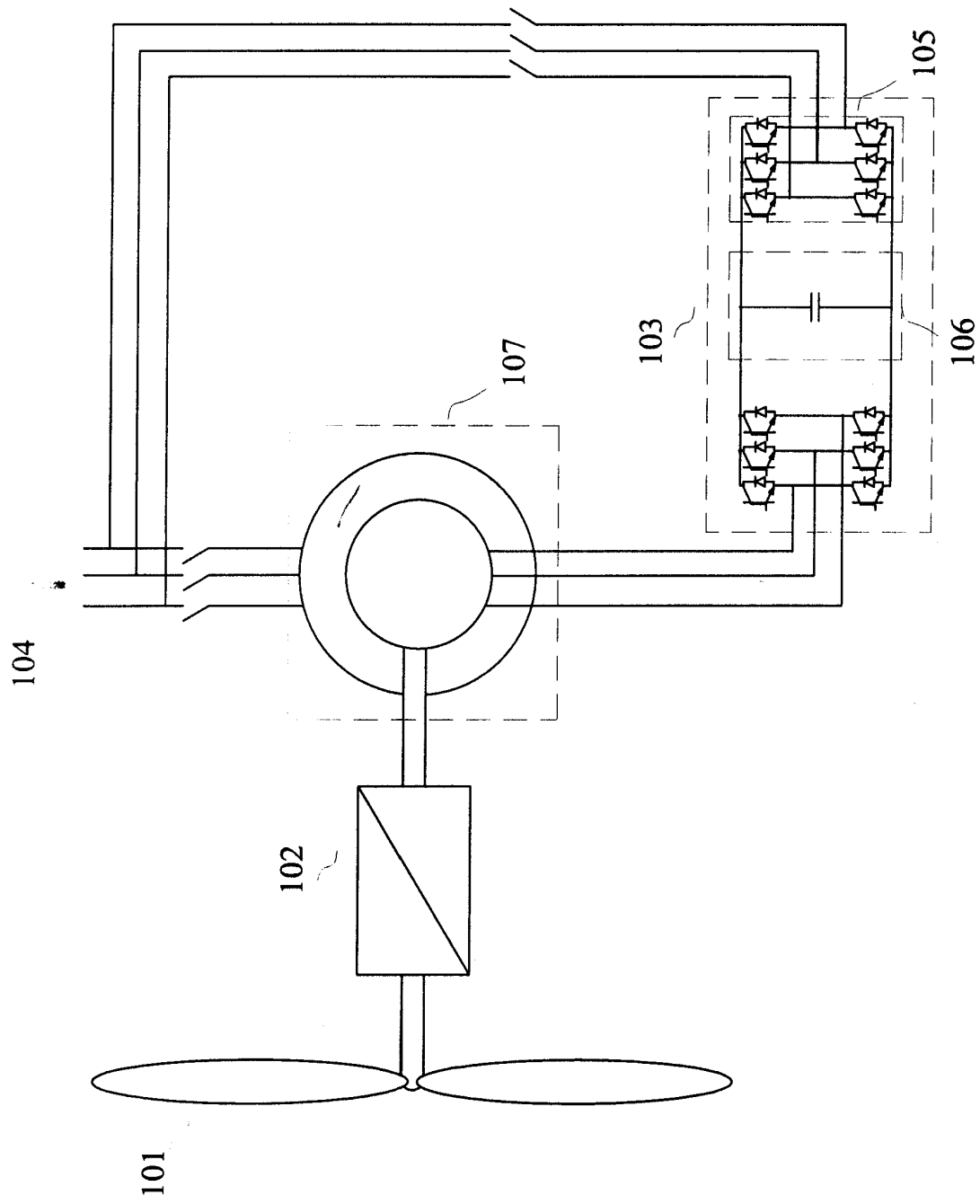
2. El método de la reivindicación 1 en el que el cálculo de la capacidad de evacuación del convertidor lado red se realiza a partir de la capacidad nominal y de al menos una variable previamente medida.

3. El método de la reivindicación 2 en el que las variables medidas están seleccionadas entre la temperatura del radiador de los semiconductores, condiciones de red, el estado de los componentes del convertidor, temperatura de los componentes del filtro de red, tensión del bus de continua, prioridad de generación de potencia reactiva, y combinación de ellas.

4. El método de la reivindicación 1 en el que la potencia no evacuable se obtiene de la diferencia entre la salida de un regulador de tensión del bus de continua y la capacidad de evacuación de potencia calculada del convertidor lado red.

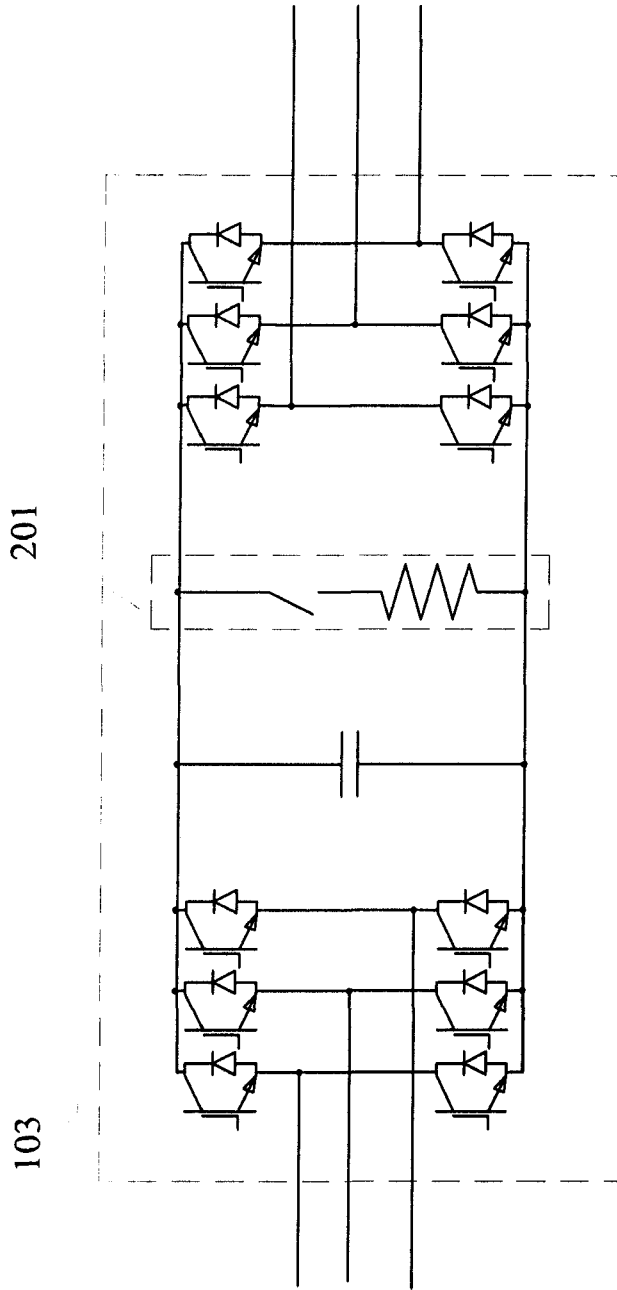
5. El método de la reivindicación 2 en el que cada variable medida se introduce en una tabla y se obtiene un coeficiente de reducción de la potencia nominal de cada variable, seleccionando el mínimo de los coeficientes de reducción, y aplicándolo a la potencia nominal del convertidor para obtener la capacidad de evacuación del convertidor lado red.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65



ESTADO DE LA TÉCNICA /
PRIOR ART

Fig. 1



ESTADO DE LA TÉCNICA /
PRIOR ART

Fig. 2

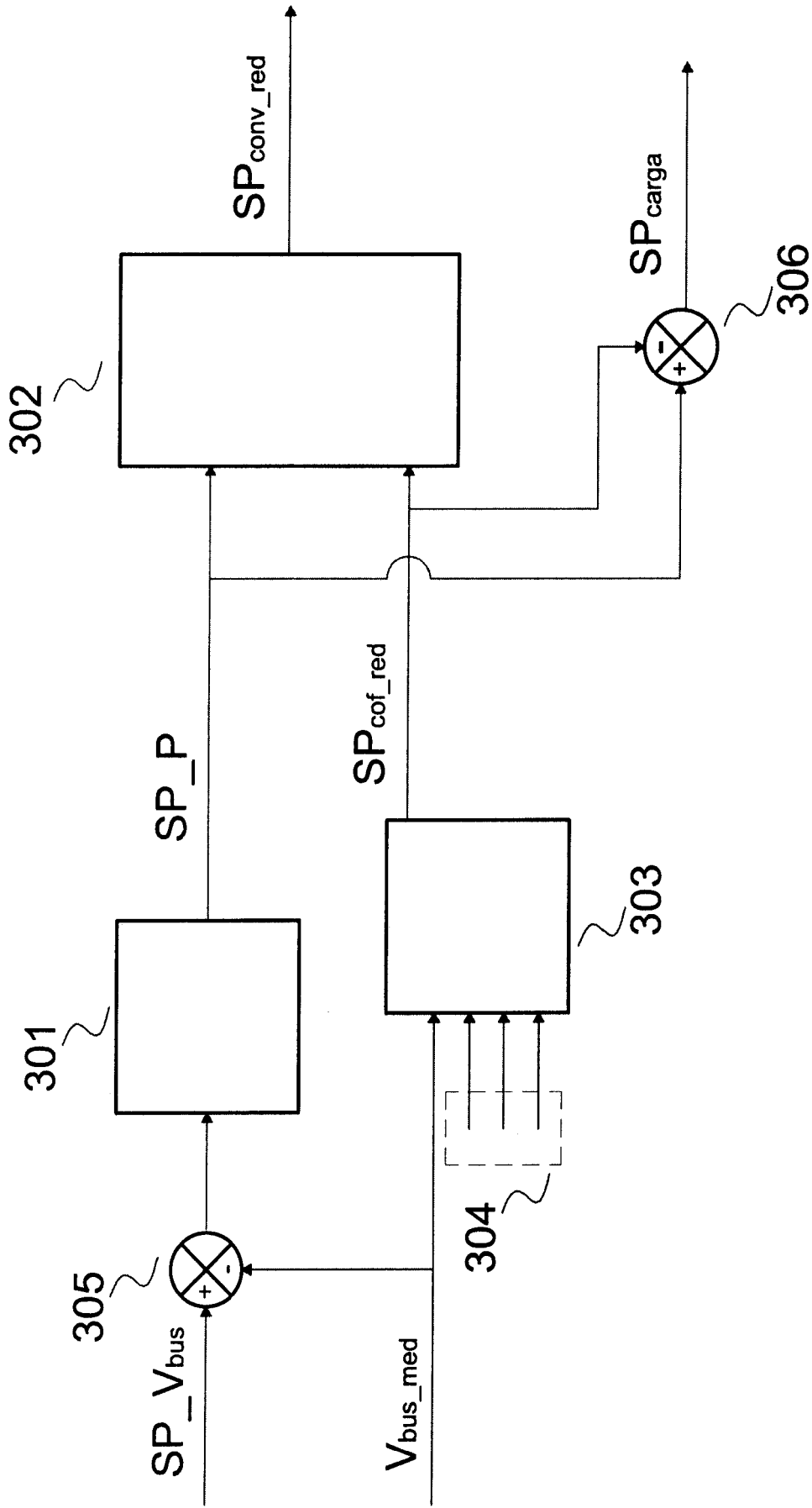


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200900572

②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.03.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 7253537 B2 (WENG et al.) 07.08.2007, todo el documento.	1
A	US 7102247 B2 (FEDDERSEN) 05.09.2006, todo el documento.	1
A	US 7239036 B2 (D'ATRE et al.) 03.07.2007, todo el documento.	1
A	GB 2432267 A (CONVERTEAM LTD.) 16.05.2007, todo el documento.	1

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 n.º:

Fecha de realización del informe
03.04.2012

Examinador
R. San Vicente Domingo

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H02P27/04 (2006.01)

H02M5/40 (2006.01)

H02J3/36 (2006.01)

F03D7/00 (2006.01)

F03D9/00 (2006.01)

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

H02P, H02M, H02J, 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: 03.04.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-5	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-5	SI
	Reivindicaciones	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 7253537 B2 (WENG et al.)	07.08.2007
D02	US 7102247 B2 (FEDDERSEN)	05.09.2006
D03	US 7239036 B2 (D'ATRE et al.)	03.07.2007
D04	GB 2432267 A (CONVERTEAM LTD.)	16.05.2007

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 del estado de la técnica que se considera más próximo a la invención es D01. En dicho documento, se desarrolla un método y un sistema para operar generadores eólicos de inducción doblemente alimentados, que dispone de un sistema de protección en caso de faltas de red, basado en la acción de un controlador que lleva a cabo la conexión o desconexión de una serie de dispositivos en forma de impedancia, en caso o en repuesta a determinados cambios de tensión o de intensidad en la propia red.

Por lo tanto existen diferencias entre el documento D01 y la 1ª reivindicación de la solicitud objeto de estudio. En concreto, el método desarrollado en el documento D01 carece de los pasos de calcular la capacidad de evacuación del convertidor en el lado red, y de obtener la potencia no evacuable a la red comparando dicha capacidad de evacuación con la potencia procedente del bus de continua. Teniendo en cuenta esto, parece que no sería evidente para un experto en la materia que partiendo de dicho documento D01 se llegara a la invención propuesta en la 1ª reivindicación de la solicitud, ya que no se contempla el cálculo de la capacidad de evacuación del convertidor en función de su capacidad nominal y de al menos una variable previamente medida, y por lo tanto dicha invención poseería novedad y actividad inventiva.

Con respecto al resto de reivindicaciones 2ª a 5ª, puesto que todas dependen directamente o indirectamente de la 1ª reivindicación, podríamos decir que también presentarían novedad y actividad inventiva.

Por otro lado, el resto de documentos D02 a D04, que también describen distintos métodos para operar instalaciones con generadores eólicos en caso de faltas de red o cortocircuitos, reflejarían el estado de la técnica general. Por lo tanto podríamos concluir que ninguno de los documentos D01 a D04 afectarían a la novedad ni a la actividad inventiva, tal cual es descrita en las reivindicaciones 1ª a 5ª del documento presentado por el solicitante, y por lo tanto la patentabilidad de la invención no se vería cuestionada en el sentido de los artículos 6 y 8 de la ley 11/86 de patentes.