



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 277 724**

② Número de solicitud: 200500411

⑤ Int. Cl.:
H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/16 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **23.02.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2007**

Fecha de la concesión: **29.04.2008**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **16.06.2008**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

⑰ Titular/es:
GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
Polígono Industrial Los Agustinos, c/ A, s/n
31013 Pamplona, Navarra, ES

⑱ Inventor/es: **Llorente González, José Ignacio y
Visiers Guixot, Manuel**

⑳ Agente: **Tavira Montes-Jovellar, Antonio**

⑤④ Título: **Procedimiento y dispositivo para inyectar intensidad reactiva durante un hueco de tensión de red.**

⑤⑦ Resumen:

Procedimiento y dispositivo para inyectar intensidad reactiva durante un hueco de tensión de red. El procedimiento consiste en monitorizar permanentemente la magnitud y la fase de la tensión de la red y, al detectar un hueco de tensión inyectar intensidad reactiva en la fase o fases afectadas de la red de forma variable en el tiempo de duración del hueco de tensión, en intervalos de tiempo muy pequeños, proporcionalmente a la magnitud del hueco absorbiendo la intensidad activa que sea necesario. El dispositivo comprende un interruptor de media tensión (1), un transformador (BT/MT) (2), un inversor cc/ca (3), una capacidad (4) y un circuito de detección del hueco de tensión (10) y un circuito de control (20).

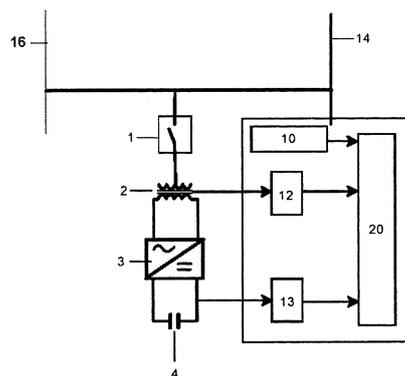


FIG. 1

ES 2 277 724 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para inyectar intensidad reactiva durante un hueco de tensión de red.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en la red un hueco de tensión, de especial aplicación a parques de aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

En la conexión a la red eléctrica de la salida de un parque de máquinas de generación eléctrica tales como aerogeneradores puede producirse un "hueco de tensión", que consiste en un descenso brusco de tensión como consecuencia de defectos de la red, lo cual origina una zona de hueco o descenso de tensión con profundidad constante, y una zona en rampa de tensión creciente, una vez despejada la falta que lo originó, ambas durante un tiempo determinado, en función del hueco de tensión producido. Por exigencias técnicas de la red, es necesario que se inyecte, de forma variable en el tiempo, durante un hueco de tensión, intensidad reactiva que aporte la que las máquinas generadoras requieren, contribuyendo al restablecimiento de la tensión y contrarrestando así los efectos del citado hueco.

En este sentido, los organismos reguladores de las redes eléctricas definen unas curvas que determinan el valor de la intensidad reactiva que debiera inyectarse en la red durante la duración del hueco de tensión. Estas curvas dan un valor de intensidad reactiva en función de la profundidad del hueco detectado.

Se conocen en la técnica dispositivos mediante los que se inyecta potencia reactiva de forma permanente con una consigna variable que se modifica normalmente en periodos de minutos o segundos.

Ahora bien con dispositivos de ese tipo no se consigue adecuar la intensidad reactiva a inyectar a la tensión variable de la red medida en periodos de tiempo muy cortos. Por otra parte los dispositivos existentes se diseñan con capacidades de sobrecarga limitadas a dos o tres veces su capacidad nominal lo que hace económicamente impracticable su aplicación para fuertes intensidades.

La presente invención se orienta a la solución de ese problema.

Sumario de la invención

En un primer aspecto, la presente invención propone un procedimiento para inyectar intensidad reactiva a una red a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en la red un hueco de tensión que comprende los siguientes pasos:

- Monitorizar permanentemente la magnitud y la fase de la tensión de la red.

- Al detectar un hueco de tensión monofásico, bifásico o trifásico, inyectar intensidad reactiva en la fase o fases de la red de forma variable en el tiempo de duración del hueco de tensión proporcionalmente a su magnitud, absorbiendo la intensidad activa que sea necesario.

El procedimiento permite la inyección de la intensidad requerida por los organismos reguladores al detectar las variaciones de la tensión de red en intervalos de tiempo muy pequeños y al ser capaz de variar la magnitud de la intensidad reactiva inyectada así

mismo en intervalos de tiempo muy pequeños.

En un segundo aspecto, la presente invención propone un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento mencionado para una red de media tensión que integra, como elementos principales, los siguientes:

- Un interruptor de media tensión.
- Un transformador baja tensión/media tensión (BT/MT).
- Un inversor cc/ca.
- Una capacidad para el almacenamiento de energía y estabilidad del dispositivo.
- Un circuito de detección del hueco de tensión en la red de MT.
- Un circuito de control del conjunto de elementos mencionados, que comprende un circuito de detección del hueco de tensión en la red de MT que, una vez que detecta que el valor de tensión de red está por debajo del umbral de ajuste, arranca el dispositivo de la invención de manera que éste inyecte en la red la intensidad reactiva instantánea necesaria para equilibrar la tensión de red según el requisito técnico que señala la curva antes citada y durante la duración del transitorio del hueco de tensión producido en la misma.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

Descripción de las figuras

En la Figura 1 se muestra un esquema de conjunto con los elementos que componen un dispositivo según la presente invención.

En la Figura 2 se muestra una gráfica de la intensidad reactiva que se ha de inyectar a la red durante el transitorio del hueco de tensión.

Descripción detallada de la invención

El dispositivo según la invención para un parque de aerogeneradores consta, en una realización preferida, de los siguientes elementos:

- a) Un interruptor de media tensión 1 para la conexión del dispositivo al circuito de media tensión, desde la salida 16 del parque a la conexión a la red 14;
- b) Un transformador BT/MT 2 conectado por su lado BT a un inversor cc/ca 3 y, por su lado MT al interruptor 1 para cada fase;
- c) Un inversor cc/ca 3 preferiblemente con semiconductores IGBT o IGCT, para cada fase, conectado por su lado cc a una capacidad 4, y por su lado ca al primario BT del transformador 2;
- d) Una capacidad 4 en cc conectada al circuito de potencia del inversor 3 por su lado cc;
- e) Un circuito de control 20 del conjunto de las unidades anteriores, conectado a los controles 10, 12, 13 asociados a ellas y que comprende los siguientes elementos:

- un sensor de tensión en MT, o transformador de tensión;
- un sensor de intensidad BT, transformador de efecto hall o similar;
- un sensor de tensión en cc, transformador de tensión o transformador de efecto hall o similar;
- un circuito 10 de detección del hueco de tensión con DSP, que detecta el valor de tensión por debajo del umbral de ajuste del dispositivo según la invención;
- un dispositivo para el cálculo de la intensidad reactiva instantánea a inyectar DSP o microprocesador;
- un dispositivo para el cálculo de la intensidad activa instantánea a absorber;
- un generador de bandas de histéresis de la intensidad instantánea reactiva a inyectar;
- un circuito comparador de las intensidades reales leídas con las intensidades prefijadas por las bandas;
- un circuito generador de pulsos de apagado y encendido de los semiconductores de potencia autoconmutados;
- un circuito de acoplamiento por fibra óptica entre el circuito descrito y los circuitos de disparo de los semiconductores;
- un circuito de maniobra y control de las distintas etapas de potencia.

En lugar de los componentes monofásicos mencionados, el dispositivo puede estar formado por componentes trifásicos, cuando no sea requerida una inyección por fase, siendo su funcionamiento, que pasamos a describir seguidamente, similar.

Cuando se produce un hueco de tensión en la red de MT 14, éste viene caracterizado por una zona de brusco descenso de la tensión, una zona de hueco de profundidad constante y una zona de rampa de tensión creciente, una vez que se ha despejado la falta que lo originó.

Para paliar los efectos en la red del citado hueco, los organismos reguladores de las redes eléctricas definen una curva (Figura 2) en la que en eje de abscisas se representa la tensión T en el punto de conexión a la red (en términos de su relación con la nominal, y en el eje de ordenadas la intensidad reactiva I (en términos de su relación con la intensidad total). La fecha F1 indica una situación de operación normal y la fecha F2 indica una situación de hueco de tensión en la que la curva C define la magnitud de la intensidad reactiva que debe inyectarse.

El circuito de detección del hueco de tensión 10,

preferiblemente con DSP, mediante algoritmos adecuados y a partir de los valores de la tensión instantánea de la tensión de red leída en MT 14, calcula de forma continua los valores pico y rms de dicha tensión, así como su fase, desencadenando el proceso de arranque del dispositivo según la invención cuando detecta un valor de tensión por debajo del umbral en el que se ha ajustado el citado dispositivo. Este circuito 10 es capaz de detectar un hueco en 1 milisegundo, y puede calcular la componente reactiva en amplitud y fase de acuerdo con la relación definida en la curva C en 2 milisegundos, inyectando intensidad reactiva a partir de un instante 2 milisegundos posterior al de aparición del hueco de tensión en la red 14.

Una vez detectado el hueco, el circuito de control 20 calcula la intensidad reactiva a inyectar en función del valor de la tensión instantánea medida en red 14 por el circuito 10, según la relación definida en la curva C, así como la intensidad activa instantánea que es necesario absorber desde la red MT 14, a través del transformador 2 y el inversor 3, para así mantener la tensión de la capacidad 4 conectada por el lado cc del inversor 3. Asimismo, el circuito de control 20 consta de un circuito de maniobra y control de las distintas secciones de las etapas de potencia, para controlar el encendido y apagado de cada una de ellas en función del valor de la intensidad reactiva que es necesario inyectar en cada instante de forma secuencial.

Otras características destacadas del dispositivo según la invención son las siguientes:

- La potencia instantánea manejada durante la duración del hueco de tensión por el dispositivo de la invención es del orden de 20 a 30 MW, 30 veces superior a la potencia admisible por los dispositivos con elementos autoconmutados estándar.

- El dispositivo no precisa de ninguna fuente de potencia o rectificador de ca/cc para funcionar porque toma su energía de la red de ca transfiriéndola controladamente a la capacidad conectada en cc.

- El dispositivo es capaz de extraer de la red la potencia activa necesaria para realizar su función incluso cuando la tensión de la red cae hasta un 20 0/0 de su valor nominal, es decir cuando la profundidad del hueco alcance el 80%.

- El dispositivo es capaz de inyectar una intensidad reactiva variable en cada fase, de forma que actúa correctamente en caso de faltas monofásicas o bifásicas.

- El dispositivo es modular en cada fase, de forma que en caso de fallo de un módulo, los restantes pueden seguir operando. - El dispositivo dispone de un control secuencial de forma que sólo funciona en cada instante el número de módulos conveniente en función de la intensidad que en cada instante debe de inyectarse en la red para mejorar el rendimiento con baja intensidad y reducir la distorsión armónica inyectada.

En la realización preferente que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red de MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red (14) un hueco de tensión por falta monofásica ó bifásica o trifásica, **caracterizado** porque integra los siguientes elementos:

- a) un interruptor de media tensión (1) en derivación desde el parque (16) a la red (14);
- b) un transformador BT/MT (2) en cada fase;
- c) un inversor cc/ca (3) en cada fase con semiconductores IGBT o IGCT;
- d) una capacidad (4) en cc;
- e) un circuito de control (20) en cada fase del conjunto de las unidades anteriores, conectado a los controles (10, 12, 13) asociados a cada una de estas unidades y que comprende sensores de tensión e intensidad, un circuito (10) de detección del hueco de tensión con DSP, dispositivos para el cálculo de la tensión instantánea en red (14) y circuitos comparadores de tensión, de manera que cuando el circuito (10) detecta un hueco de tensión se inyecta intensidad reactiva en la red de MT (14) de forma variable en cada intervalo temporal, en función de las medidas proporcionadas por los sensores y circuitos comparadores mencionados, derivando desde la red (14) la intensidad activa necesaria hacia la capacidad (4).

2. Dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red de MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red (14) un hueco de tensión por falta trifásica, **caracterizado** porque integra los siguientes elementos:

- a) un interruptor de media tensión (1) en derivación desde el parque (16) a la red (14);
- b) un transformador BT/MT (2) trifásico;

c) un inversor cc/ca (3) trifásico con semiconductores IGBT o IGCT;

d) una capacidad (4) en cc;

e) un circuito de control (20) del conjunto de las unidades anteriores, conectado a los controles (10, 12, 13) asociados a cada una de estas unidades y que comprende sensores de tensión e intensidad, un circuito (10) de detección del hueco de tensión con DSP, dispositivos para el cálculo de la tensión instantánea en la red (14) y circuitos comparadores de tensión, de manera que cuando el circuito (10) detecta un hueco de tensión se inyecta intensidad reactiva en la red de MT (14) de forma variable en cada intervalo temporal, en función de las medidas proporcionadas por los sensores y circuitos comparadores mencionados, derivando desde la red (14) la intensidad activa necesaria hacia la capacidad (4).

3. Dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red de MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red (14) un hueco de tensión por falta monofásica, bifásica o trifásica según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque el dispositivo toma su energía de la red de MT (14).

4. Dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red de MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red (14) un hueco de tensión por falta monofásica, bifásica o trifásica, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque está construido modularmente de manera que en caso de fallo en uno de los módulos, los restantes pueden seguir operando.

5. Dispositivo para inyectar intensidad reactiva a una red de MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red (14) un hueco de tensión por falta monofásica, bifásica o trifásica, las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque dichas máquinas son aerogeneradores.

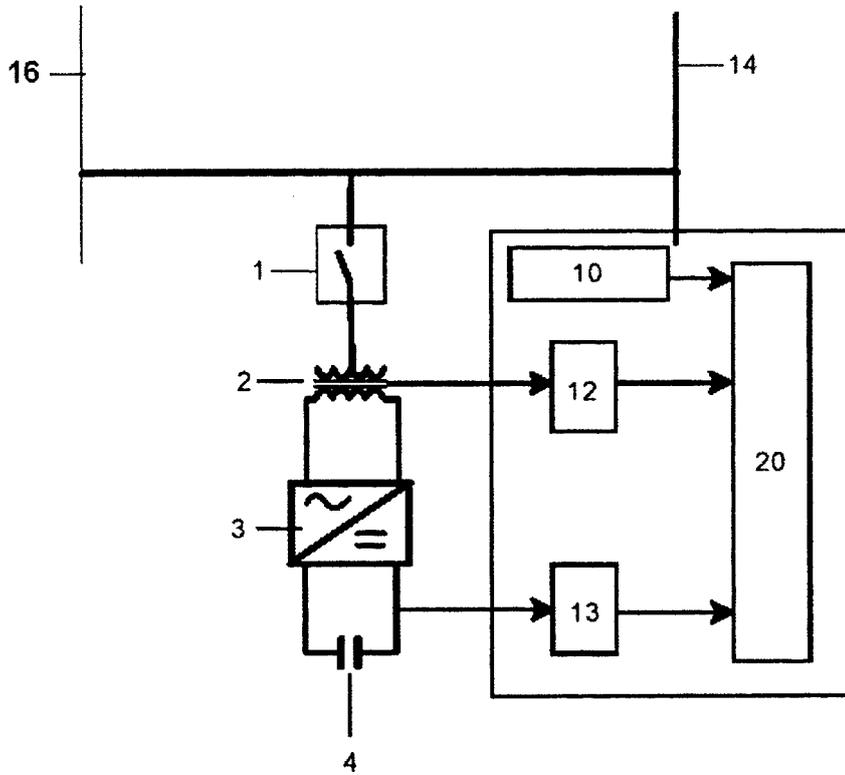


FIG. 1

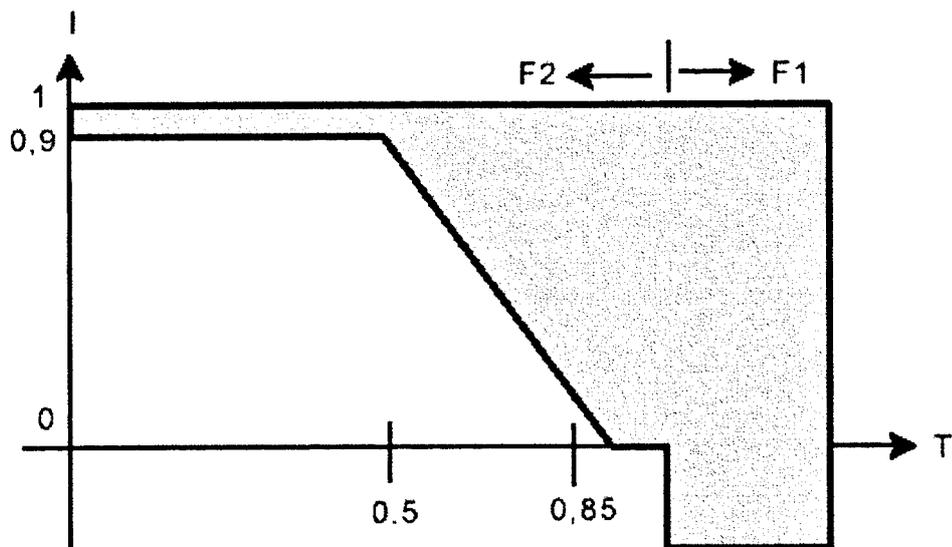


FIG. 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 277 724

② Nº de solicitud: 200500411

③ Fecha de presentación de la solicitud: 23.02.2005

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	HINGORANI, Narain; GYUGYI Laszlo: Understanding FACTS, Concepts and technology of Flexible AC Transmission Systems. New York: IEEE Press, 2000. ISBN: 0-7803-3455-8. Páginas 144-145,164-179.	1-5
A	GERTMAR, Lars. Power Electronics and Wind Power. EPE 2003-Toulouse. ISBN: 90-75815-07-7. Página 7-13, figuras 5,7,8.	1-5
A	JP 2004320859 A (HITACHI LTD) 11.11.2004, figuras & JP 2004320859 A (HITACHI LTD) 11.11.2004 (resumen). Recuperado de EPO-PAJ Database.	1-5
A	JP 2003199252 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO, NISSIN ELECTRIC CO) 11.07.2003, figuras & JP 2003199252 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO, NISSIN ELECTRIC CO) 11.07.2003 (resumen). Recuperado de EPO-PAJ Database.	1-5
A	SANNINO, Ambra et al. Overview of Voltage Sag Mitigation. IEEE Power Engineering Society, Winter Meeting, January 2000, Singapore. ISBN 0-7803-5935-6.	1-5
A	JP 2000041338 A (NISSIN ELECTRIC CO) 08.02.2000, figuras & JP 2000041338 A (NISSIN ELECTRIC CO) 08.02.2000, (resumen). Recuperado de EPO-PAJ Database.	1-5
A	WO 2004027957 A1 (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 01.04.2004, todo el documento.	1-5

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

28.06.2007

Examinador

P. Valbuena Vázquez

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H02J 3/18 (2006.01)

H02J 3/16 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)