

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 573**

51 Int. Cl.:

H02J 3/16 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2006 PCT/ES2006/000079**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2006 WO06089989**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2006 E 06725777 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 1855367**

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

30 Prioridad:

23.02.2005 ES 200500411

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

12.11.2019

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:

**VISIERS GUIXOT, MANUEL y
LLORENTE GONZÁLEZ, JOSÉ IGNACIO**

ES 2 730 573 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

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

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para inyectar potencia 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.

10

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 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 durante un hueco de tensión de forma variable en el tiempo se inyecte, potencia reactiva requerida por las máquinas generadoras, contribuyendo al restablecimiento de la tensión y contrarrestando así los efectos del citado hueco.

15

20

25

En este sentido, los organismos reguladores de las redes eléctricas definen unas curvas que determinan el valor de la potencia reactiva que debiera inyectarse en la red durante un hueco de tensión.

30

Estas curvas dan un valor de potencia reactiva en función de la profundidad del hueco detectado.

35

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

40

Ahora bien con dispositivos de ese tipo, la potencia reactiva a ser inyectada no se consigue adaptar a la tensión variable de la red 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 potencias.

45

EP 1 122 856 A2 describe un sistema de estabilización del sistema eléctrico con detectores de tensión y corriente, que es capaz de calcular las potencias activas y reactiva requeridas para mantener una tensión predeterminada usando una batería recargable como fuente de alimentación.

La presente invención se enfoca a la solución de este problema.

50

Sumario de la invención

En un primer aspecto, la presente invención propone un procedimiento para inyectar potencia 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 potencia 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 potencia activa necesaria.

5
10 El procedimiento permite la inyección de la potencia 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 potencia reactiva inyectada, así mismo en intervalos de tiempo muy pequeños.

15 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 componentes principales, los siguientes:

- Un interruptor de media tensión.
- Un transformador de baja tensión / media tensión (BT/MT).
- Un inversor cc/ca.
- Un capacitor 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 para el grupo 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 potencia 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.

35 Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes en la descripción detallada y las figuras que acompañan a continuación.

40 **Descripción de las figuras**

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

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

Descripción detallada de la invención

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

- f) 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 de la red 14;

g) 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;

5 h) Un inversor cc/ca 3, preferiblemente con Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT) o Tiristor Conmutado de Puerta Aislada IGCT, para cada fase, conectado por su lado cc a un capacitor 4, y por su lado ca al primario BT del transformador 2;

i) Un capacitor 4 en cc conectado al circuito de potencia del inversor 3 por su lado cc;

10 j) Un circuito de control 20 del grupo de las unidades anteriormente mencionadas, conectado a los controles 10, 12, 13 asociados a ellas y que comprende los siguientes elementos:

- 15 - 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;
- 20 - un circuito 10 de detección del hueco de tensión con un procesador de señal digital (DSP), que detecta el valor de tensión por debajo del umbral de ajuste del dispositivo según la invención;
- 25 - un dispositivo para el cálculo de la potencia reactiva instantánea a inyectar, DSP o microprocesador;
- un dispositivo para el cálculo de la potencia activa instantánea a absorber;
- 30 - un generador de bandas de histéresis para la potencia reactiva instantánea a ser inyectada;
- un circuito comparador de las potencias reales leídas con aquellas prefijadas por las bandas;
- 35 - un circuito generador de pulsos de apagado y encendido para los semiconductores de potencia auto-conmutados;
- 40 - 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.

45 En lugar de los componentes monofásicos mencionados, el dispositivo puede estar comprendido por componentes trifásicos cuando no sea requerida una inyección por fase, con su funcionamiento similar descrito a continuación.

50 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 remediar los efectos en la red del citado hueco, los organismos reguladores de las redes eléctricas definen una curva (Figura 2) en la que en el eje de abscisas se representa la tensión T en el punto de conexión a la red (en términos de su relación con la tensión nominal) y el eje

de ordenadas representa la potencia reactiva I (en términos de su relación con la potencia 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 potencia reactiva que debe inyectarse.

5

El circuito de detección del hueco de tensión 10, preferiblemente con DSP, mediante el uso de algoritmos adecuados y a partir de los valores de la tensión instantánea 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 potencia reactiva a partir de un instante 2 milisegundos posteriores al de aparición del hueco de tensión en la red 14.

15

Una vez detectado el hueco, el circuito de control 20 calcula la potencia reactiva a inyectar en función de los valores de la tensión instantánea medida en red 14 por el circuito 10, según la relación definida en la curva C, así como la potencia activa instantánea que es necesaria ser absorbida desde la red MT 14, utilizando el 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 comprende 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 potencia reactiva que es necesario inyectar en cada instante de forma secuencial.

20

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

25

- La potencia instantánea manejada durante la duración del hueco de tensión por el dispositivo de la invención está entre 20 a 30 MW, 30 veces superior a la potencia admisible por los dispositivos con elementos auto-conmutados 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 % de su valor nominal, es decir cuando la profundidad del hueco alcance el 80 %.
- El dispositivo es capaz de inyectar una potencia 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 funcionarán el número de módulos conveniente en función de la intensidad que en cada instante debe de inyectarse en la red en cualquier instante, para mejorar el rendimiento con baja potencia y reducir la distorsión armónica inyectada.

30

35

40

45

50

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 potencia reactiva a una red de media tensión MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce un hueco de tensión en dicha red (14) por falla monofásica, bifásica o trifásica, comprendiendo:
- a) un interruptor de media tensión (1) conectable a una salida desde un parque de aerogeneradores (16) a la red MT (14);
- b) un transformador BT/MT (2) conectado en su lado MT al interruptor de media tensión (1) para cada fase;
- c) un inversor cc/ca (3) en cada fase con semiconductores IGBT o IGCT, conectado en su lado CA al lado de BT del transformador BT/MT;
- d) un capacitor cc (4) conectado en el lado de cc al inversor cc/ca (3); y
- e) un circuito de control (20) para el grupo de las unidades anteriormente mencionadas (1,2,3,4), conectado a los controles (10, 12, 13) asociados a cada una de estas unidades y que incluye sensores de tensión y potencia, un circuito (10) de detección del hueco de tensión con un procesador de señal digital DSP, dispositivos para el cálculo de la tensión instantánea en red de MT (14) y circuitos comparadores de tensión, de manera que cuando el circuito (10) de detección del hueco de tensión detecta un hueco de tensión, el dispositivo está configurado para inyectar potencia 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, y el dispositivo es además configurado para tomar, durante el hueco de tensión, la potencia activa necesaria de la red de MT (14) al capacitor (4).
2. Dispositivo para inyectar potencia reactiva a una red de media tensión MT (14) a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce un hueco de tensión en dicha red de MT (14) por falla trifásica, comprendiendo:
- a) un interruptor de media tensión (1) conectable a una salida desde el parque de aerogeneradores (16) a la red de MT (14);
- b) un transformador trifásico BT/MT (2) conectado en su lado MT al interruptor de media tensión (1) para cada fase;
- c) un inversor trifásico cc/ca (3) con semiconductores IGBT o IGCT, conectados en su lado de CA al lado de BT del transformador BT/MT;
- d) un capacitor cc (4) conectado al lado cc del inversor cc/ca (3); y
- e) un circuito de control (20) del grupo de las unidades anteriormente mencionadas (1,2,3,4), conectado a los controles (10, 12, 13) asociados a cada una de estas unidades y que comprende sensores de tensión y potencia, un circuito (10) de detección del hueco de tensión con un procesador de señal digital DSP, dispositivos para el cálculo de la tensión instantánea en la red de MT (14) y circuitos comparadores de tensión, de manera que cuando el circuito (10) detector de hueco de tensión detecta un hueco de tensión, el dispositivo está configurado para inyectar potencia 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 mencionados, y el dispositivo es además

configurado para tomar, durante el hueco de tensión, la potencia de la red de MT (14) al capacitor(4).

- 5 3. Dispositivo para inyectar potencia reactiva a una red de MT (14) según las reivindicaciones 1 o 2, donde el circuito de control (20) está configurado para variar la magnitud de la potencia reactiva inyectada en intervalos temporales de duración inferior o igual a 20 milisegundos.
- 10 4. Dispositivo para inyectar potencia reactiva a una red de MT (14) según las reivindicaciones 1 o 2, donde el dispositivo está configurado para tomar su energía de la red de MT (14).
- 15 5. Dispositivo para inyectar potencia reactiva a una red de MT (14) según las reivindicaciones 1 o 2, donde dichas máquinas son aerogeneradores.
- 20 6. Procedimiento para inyectar potencia reactiva con un dispositivo según la reivindicación 1 a una red de MT a la que están conectadas una o varias máquinas de generación de energía eléctrica cuando se produce en dicha red de MT un hueco de tensión por una falla monofásica, bifásica o trifásica, comprendiendo
 - a) Monitorizar permanentemente la magnitud y la fase de la tensión de la red de MT;
 - 25 b) Al detectar un hueco de tensión monofásico, bifásico o trifásico, inyectar potencia reactiva, en la fase o fases afectadas de la red de MT proporcionalmente a la magnitud del hueco de tensión, en la red de MT (14) de forma variable durante la duración del hueco de tensión, y absorbiendo con dicho dispositivo, durante el hueco de tensión, la potencia activa necesaria de la red de MT (14).
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, donde la variación de la potencia reactiva inyectada que realiza el circuito de control (20) tiene lugar en intervalos temporales de duración inferior o igual a 20 milisegundos.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, donde dichas máquinas son aerogeneradores.

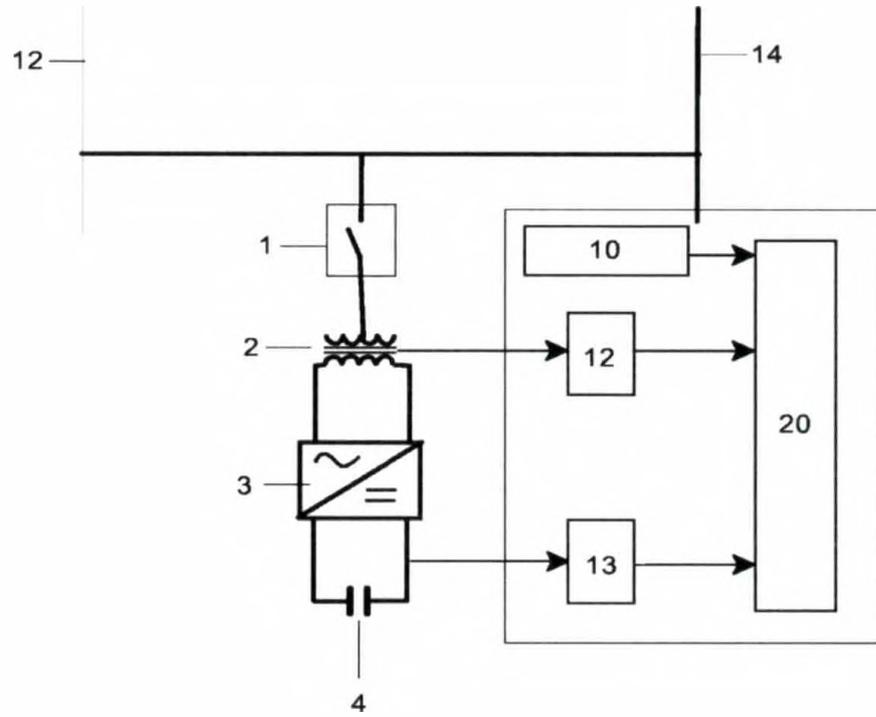


FIG. 1

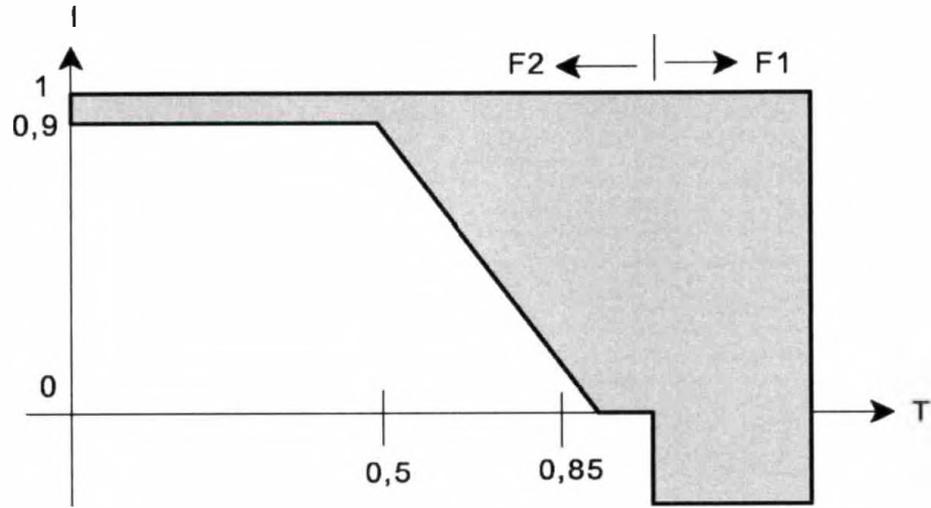


FIG. 2