

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 029**

51 Int. Cl.:

H02M 7/49 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2009 E 09157298 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2236821**

54 Título: **Operación de un parque eléctrico conectado en red eléctrica independiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2017

73 Titular/es:

**XEMC DARWIND B.V. (100.0%)
OUDE ENGHWEG 2
1217 JC HILVERSUM, NL**

72 Inventor/es:

**STRIK, FRANCISCUS LEONARDUS HENDRICUS
y
BODEWES, FLORENTIUS JOANNES**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 618 029 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

Operación de un parque eléctrico conectado en red eléctrica independiente

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una operación en isla de una granja eólica y, en particular, aunque no exclusivamente, a un método y a un controlador para la operación en isla de al menos dos turbinas eólicas desconectadas de la red eléctrica principal, a una turbina eólica que usa dicho controlador y a un producto programa de ordenador para la ejecución de dicho método.

Antecedentes de la invención

La tecnología de turbinas eólicas y en particular la tecnología de turbinas eólicas marinas es un campo de la tecnología en rápido desarrollo. En localizaciones marinas hay disponibilidad de altas velocidades de viento y es posible la instalación de turbinas eólicas de un tamaño mayor cuando se compara con sistemas terrestres. La instalación y operaciones de dichos parques eólicos proporcionan algunos retos tecnológicos. Las turbinas eólicas están flotando o instaladas sobre una cimentación submarina y están interconectadas eléctricamente con líneas submarinas de transmisión de potencia. Más aún, dichos parques eólicos se instalan típicamente en áreas relativamente remotas, por ello el sistema de control de la granja eólica y/o el sistema de control de cada turbina eólica de la granja eólica debería ser capaz de tomar medidas cuando suceden problemas durante la operación.

Uno de los problemas afrontados en las operaciones de una granja eólica se refiere a la denominada condición en isla. La condición en isla es una situación que puede tener lugar si la granja eólica o parte de las turbinas eólicas de la granja eólica quedan desconectadas de la red eléctrica, por ejemplo debido a una acción de interrupción planificada o interrupción protectora de un disyuntor en la red. Por ejemplo después de la detección de un fallo en la potencia, los disyuntores pueden desconectar automáticamente una o más turbinas de la red. Posteriormente, cada turbina eólica desconectada se sitúa a sí misma en un estado de aparcamiento o respaldo mediante la detención de la rotación de las palas por el cambio del paso de las palas a la posición de veleta. El estado de respaldo durará hasta que granja eólica situada en isla pueda reconectarse a la red. Durante este estado, puede suministrarse alimentación al controlador de la turbina eólica y a otros componentes de la turbina, por ejemplo el controlador medioambiental que controla los parámetros medioambientales (temperatura, humedad, etc.) de la instalación de turbina eólica para que permanezcan dentro de los límites requeridos, desde una fuente de alimentación auxiliar.

Una turbina de granja eólica convencional usa típicamente una fuente de alimentación ininterrumpida (que comprende por ejemplo un sistema de batería, súper-condensadores y/o un equipo generador diésel) como la fuente de alimentación auxiliar. Los generadores diésel sin embargo requieren mantenimiento y rellenado de combustible y son por ello menos adecuados para su uso en sistemas de granja eólica marinos y/o remotos. Más aún, las baterías son sensibles a cambios de temperatura y, para asegurar una fuente de alimentación durante un periodo largo, se requieren típicamente un gran número de baterías. Por ello, existe una necesidad en la técnica anterior de una operación de respaldo mejorada para un grupo de turbinas eólicas situadas en isla.

Sumario de la invención

Es un objeto de la invención reducir o eliminar al menos uno de los inconvenientes conocidos de la técnica anterior y proporcionar en un primer aspecto de la invención un método de operación en isla de al menos dos turbinas eólicas desconectadas de la red eléctrica principal, de acuerdo con la reivindicación 1. El método puede comprender las etapas de:

configurar una red local, no estando conectada dicha red local a la red principal;
activar al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas;
y/o acoplar la turbina eólica activada y al menos una turbina eólica desactivada a la red local, actuando la turbina eólica activada como la fuente de alimentación para la turbina eólica desactivada.

La turbina eólica operativa actúa así como una fuente de alimentación auxiliar que, o bien puede ser una fuente de alimentación auxiliar suplementaria a la fuente de alimentación auxiliar de cada turbina eólica, o bien una fuente de alimentación auxiliar principal que sustituye a la fuente alimentación auxiliar de cada una de las turbinas eólicas. El método de acuerdo con la invención proporciona así una forma eficiente y barata de suministrar alimentación a un grupo de turbinas eólicas situadas en isla. El método es especialmente efectivo cuando es necesaria la desactivación de grandes grupos de turbinas eólicas durante un periodo más largo, por ejemplo durante el mantenimiento o defectos de la red. Más aún, el método reduce la necesidad del uso de equipos generadores de tipo combustión.

En una realización la red local puede configurarse mediante el control de uno o más primeros interruptores en las una o más líneas de transmisión de potencia entre dichas turbinas eólicas desactivadas. En una realización adicional el acoplamiento entre la turbina eólica activada y la al menos una turbina eólica desactivada puede establecerse

- mediante el control de uno o más segundos interruptores que proporcionan una conexión eléctrica entre dicha red local y dichas turbinas eólicas activadas y desactivadas, respectivamente. En otra realización cada turbina eólica comprende un generador eólico y/o un sistema de distribución de alimentación auxiliar, pudiendo ser conectados dicho generador eólico y/o sistema de distribución de alimentación auxiliar a la red local usando uno o más terceros interruptores. En otra realización más dicho sistema de distribución de alimentación auxiliar puede conectarse adicionalmente a una fuente de alimentación ininterrumpida usando uno o más de cuartos interruptores. Mediante el control de los interruptores, por ejemplo disyuntores o interruptores de alta tensión equivalentes a dichos disyuntores, en la red de transmisión de alimentación y/o las turbinas eólicas, la turbina eólica operativa (activada) puede suministrar alimentación simplemente a las turbinas eólicas desactivadas. Más aún, la fuente de alimentación auxiliar del generador eólico puede usarse durante eventos de alimentación a corto plazo, por ejemplo, para arranque autógeno de una turbina eólica desactivada. Para periodos más largos la turbina eólica activada proporciona la alimentación necesaria para los componentes eléctricos en la turbina eólica, por ejemplo el controlador de turbina eólica y el controlador climático de la turbina eólica.
- 15 En una realización adicional al menos una de dichas turbinas eólicas comprende un controlador de turbina eólica, estando configurado dicho controlador de turbina eólica para la ejecución de al menos una etapa del proceso de: configurar una red local desconectada de la red principal; activar al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas; y/o acoplar la turbina eólica activada y al menos una turbina eólica desactivada a la red local, actuando la turbina eólica activada como una fuente de alimentación para la turbina eólica desactivada. En esta realización las turbinas eólicas desactivadas aisladas de la red principal pueden activar autónomamente una turbina eólica desactivada y conectar las líneas de alimentación auxiliar de las otras desactivadas a dicha turbina eólica activada que actúa como una fuente de alimentación auxiliar.
- 20 En otra realización cada una de dichas turbinas eólicas comprende un controlador de turbina eólica, estando conectados dichos controladores de turbina eólica a través de uno o más enlaces de comunicación a un controlador de la granja eólica configurado para la ejecución de al menos una etapa del proceso de: configurar una red local desconectada de la red principal; activar al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas; y/o acoplar la turbina eólica activada y al menos una turbina eólica desactivada a la red local, actuando la turbina eólica activada como una fuente de alimentación para la turbina eólica desactivada. En esta realización la operación de respaldo de las turbinas eólicas desactivadas se gestiona centralmente por el controlador de la granja eólica, que se conecta a través de una red de telecomunicaciones a las turbinas eólicas en la granja eólica. Usando la red de telecomunicaciones el controlador de la granja eólica puede recoger información operacional, por ejemplo, eventos de desactivación y/o fallos de potencia o del sistema, desde dichas turbinas eólicas y puede controlar individualmente las turbinas eólicas basándose en la información operacional recogida.
- 25 En un aspecto adicional la invención se refiere a un controlador para una operación en isla de dos o más turbinas eólicas desactivadas desconectadas de la red principal, de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el controlador puede comprender al menos: uno o más detectores para la detección del aislamiento de una turbina eólica de la red principal y/o desactivación de dicha turbina eólica; medios para configurar una red local, no estando conectada dicha red local a la red principal;
- 30 un activador de turbina eólica para la activación de al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas; y/o medios de acoplamiento para acoplar la turbina eólica activada y al menos una turbina eólica desactivada a la red local.
- 35 En una variante dichos medios para la configuración de una red local pueden comprender un primer controlador de interruptor para el control de uno o más primeros interruptores en las una o más líneas de transmisión de potencia entre turbinas eólicas identificadas por dichos uno o más detectores. En una variante adicional dichos medios de acoplamiento pueden comprender un segundo controlador de interruptor para el control de uno o más segundos interruptores para proporcionar una conexión eléctrica entre dicha red local y dichas turbinas eólicas activada y desactivada, respectivamente.
- 40 En otra variante más, el controlador puede comprender una unidad receptora/transmisora para el establecimiento de un enlace de comunicaciones con al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas desconectadas de la red principal o con un controlador de la granja eólica.
- 45 En aspectos adicionales, la invención se refiere a una turbina eólica, de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende un controlador tal como se ha descrito anteriormente y a un sistema de granja eólica, de acuerdo con la reivindicación 14, configurado para la gestión de la operación en isla de dos o más turbinas eólicas desactivadas en dicho sistema de granja eólica, en el que dichas turbinas eólicas desactivadas están desconectadas de la red principal y en el que la granja eólica puede comprender una pluralidad de turbinas eólicas conectadas de modo interrumpible a través de una o más líneas de transmisión de potencia a una red principal y al menos un controlador como se ha descrito anteriormente.
- 50 La invención también se refiere a un producto de programa informático, de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende partes de código de software configuradas para, cuando se ejecuta en la memoria de un ordenador o un controlador tal como el controlador de la granja eólica o un controlador de turbina eólica, ejecutar al menos una de
- 55
- 60
- 65

las etapas del método como se ha descrito anteriormente.

La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, que mostrarán esquemáticamente realizaciones de acuerdo con la invención. Se entenderá que la invención no está de ninguna forma restringida a estas realizaciones específicas.

5

Breve descripción de los dibujos

La **Fig. 1** representa un esquema de un sistema de granja eólica de acuerdo con una realización de la invención.

La **Fig. 2** representa un esquema de los componentes principales de una turbina eólica.

10 Las **Figs. 3A-3C** representan el proceso de una operación en isla de ejemplo de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada

15 La **Fig. 1** representa un esquema de un sistema **100** de granja eólica de ejemplo de acuerdo con una realización de la invención. La granja eólica comprende una pluralidad de turbinas eólicas **102a-102i** conectadas a través de uno o más interruptores, por ejemplo disyuntores, a un sistema de transmisión de potencia externa. Dicho sistema de transmisión de potencia puede comprender uno o más enlaces en corriente continua de alta tensión (HVDC) conectados a la red principal **106**, por ejemplo una red eléctrica de 50 o 60 Hz trifásica). Adicionalmente, el sistema de granja eólica puede comprender uno o más transformadores **104** (subestación).

20

Las turbinas eólicas de la granja eólica pueden interconectarse eléctricamente usando un sistema de transmisión de potencia local (es decir la red local) que puede comprender líneas de transmisión **110a-110c** de potencia y una o más líneas de transmisión **112** de potencia principales para la conexión del sistema de la granja eólica al sistema de transmisión de potencia externo. En la realización de la **Fig. 1** las turbinas eólicas pueden disponerse en matrices lineales **108a-108c** ("cadenas"), sin embargo es también posible otra disposición de interconexión bien conocida en la técnica. Por ejemplo, en una realización adicional (no mostrada), las turbinas eólicas pueden disponerse en una configuración en anillo cerrado o en una configuración en estrella.

25

30 Para proteger el sistema de la granja eólica frente a daños debido a fallos de potencia y/o del sistema o para desconectar de modo controlable la granja eólica o parte de la granja eólica se proporcionan varios interruptores **114a-114i**, **116a-116c** en las líneas de transmisión de potencia. Estos interruptores se configuran para desconectar de modo controlable sea una o más turbinas eólicas individuales, una o más cadenas de turbinas eólicas y/u otras configuraciones de grupos de turbinas eólicas de la red principal. En la realización de la **Fig. 1** cada turbina eólica puede conectarse a través de un interruptor **114a-114i** a una línea de transmisión de potencia de la red local. Un controlador **118** de la granja eólica puede conectarse a la línea de transmisión de potencia principal y a los interruptores en el sistema de granja eólica. El controlador de la granja eólica puede conectarse a través de un enlace de datos **120** bidireccional a los controladores de la turbina eólica y a los interruptores en el sistema de la granja eólica. Unidades de detección eléctrica en el sistema de la granja eólica (no mostradas) pueden detectar y localizar caídas de tensión, fallos de potencia y/o del sistema en el sistema de la granja eólica y notificar dichas caídas y/o fallos al controlador del parque eólico. En respuesta a la información proporcionada por las unidades de detección, el controlador del parque eólico puede, como medida de seguridad, desactivar remotamente la operación de una o más turbinas eólicas en la granja eólica.

35

40

45 La **Fig. 2** representa un esquema de los componentes principales de una turbina eólica **200** de ejemplo usada en un parque eólico como se ha representado en la **Fig. 1**. La turbina eólica comprende un generador **202**, por ejemplo un generador de imanes permanentes (PM) o un generador de tipo síncrono o asíncrono, que transforma la energía de giro de las palas en una alimentación eléctrica en CA de frecuencia variable. La salida del generador se alimenta a un convertidor **204** que comprende típicamente un inversor para la conversión de la potencia en CA a una potencia en CC y un inversor para la conversión de la potencia en CC a una potencia en CA de una frecuencia usada por la red principal. La salida del convertidor se conecta a través de un transformador principal **206**, un interruptor principal **208**, unas barras principales **210** y unas barras comunes **212** a la red local **214**. La turbina eólica se controla por el controlador de turbina eólica **216**. El controlador puede recoger datos operacionales (por ejemplo, nivel de potencia, temperatura, velocidad del viento, eficiencia de conversión, etc.) y usar estos datos operacionales para controlar la turbina eólica de modo que se consiga una operación óptima de la turbina eólica. Adicionalmente, el controlador de la turbina eólica comprende una unidad transmisora/receptora para proporcionar un enlace de datos **218** con los otros controladores (turbina eólica y/o granja eólica) en el sistema de la granja eólica. En una realización, los controladores de turbina eólica de las turbinas eólicas de la granja eólica forman una red de comunicaciones, en la que un controlador de turbina eólica puede transmitir datos operacionales, detectados y/o de control a través de la red de comunicaciones al controlador de la granja eólica y/o a los controladores de turbina eólica de otras turbinas eólicas en la granja eólica.

50

55

60

La turbina eólica comprende adicionalmente un sistema **220** de distribución de alimentación auxiliar de baja tensión que se conecta a través de un transformador auxiliar **222** y unas barras auxiliares **224** a las barras comunes **212**. El sistema de distribución de alimentación auxiliar proporciona una fuente de baja potencia para los componentes eléctricos, tales como el controlador de la turbina eólica y el sistema de control ambiental (sistemas de calefacción y

65

refrigeración) en la turbina eólica. El sistema de distribución de alimentación auxiliar puede conectarse o desconectarse de la red local usando un interruptor **226** de la red local. Durante la operación normal el interruptor de la red local puede cerrarse de modo que el sistema de distribución de alimentación auxiliar sea alimentado por la red local.

5 El sistema de distribución de alimentación auxiliar puede conectarse a la red local en varias formas. En una variante (no mostrada) en lugar de un transformador principal y auxiliar separados puede usarse un transformador de doble devanado secundario en el que el sistema de distribución de alimentación auxiliar puede conectarse a la bobina secundaria. En una variante adicional, el interruptor principal y el interruptor de la red local pueden implementarse como un único interruptor controlado por el controlador de la turbina eólica.

15 Si un controlador de turbina eólica y/o el controlador de la granja eólica detectan un fallo de potencia, pueden desconectar, como medida de protección, una o más turbinas eólicas de la red local mediante la apertura del interruptor principal **208** y del interruptor de red **226** de un número predeterminado de turbinas eólicas. Durante la desconexión, pueden abrirse interruptores adicionales por ejemplo, interruptores secundarios **228**, **230** que proporcionan aislamiento eléctrico adicional de la turbina eólica respecto de la red. Cada uno de los interruptores (alta tensión) y/o disyuntores de alta velocidad puede controlarse (abrirse/cerrarse) por el controlador de la turbina eólica, controlador de la granja eólica y/o dispositivos de protección.

20 Cuando se abren los disyuntores, el controlador de la turbina eólica puede poner a la turbina eólica en un modo de respaldo mediante la detención del giro de la turbina por el cambio de paso de las palas eólicas a la posición de veleta. Una turbina eólica en el modo de respaldo (de aquí en adelante denominada como una turbina eólica “desactivada”) se desconecta de la red principal. Por ello para asegurar una operación de respaldo continua de la turbina eólica el sistema **220** de distribución de alimentación auxiliar puede conectarse mediante un interruptor **332** de alimentación de potencia a una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) **234**. Típicamente la UPS comprende un sistema de baterías, súper-condensadores y/o un equipo generador diésel instalado en o cerca de la turbina eólica.

30 Puede recogerse información sobre las turbinas eólicas desactivadas por parte del controlador de la turbina eólica y transmitirse a través del enlace de datos **218** al controlador de la granja eólica y/o a los controladores de turbina eólica de otras turbinas eólicas en la granja eólica. Por ello, el controlador de la granja eólica y/o los uno o más controladores de turbina eólica de las turbinas eólicas son capaces de intercambiar información en relación a su estado de operación y para detectar y localizar qué turbinas eólicas están aisladas de la red principal.

35 Cuando se requiere que las turbinas eólicas desconectadas permanezcan en el modo de respaldo durante un periodo de tiempo más largo, la UPS puede quedar descargada. Para impedir dicha situación indeseable, el controlador de turbina eólica y/o el controlador de la granja eólica puede comprender adicionalmente una unidad de control en modo isla (IMCU) **122**, **236** que está adaptada para detectar una o más turbinas eólicas desactivadas que se desconectan de la red y para iniciar un proceso de operación en isla en respuesta a la detección de turbinas eólicas desactivadas. El proceso de operación en isla se describe con más detalle con referencia a las **Figs. 3 y 4**.

45 Las **Figs. 3A-3C** representan el proceso de una operación en isla de ejemplo de un grupo de cuatro turbinas eólicas de acuerdo con una realización de la invención. La **Fig. 3A** ilustra esquemáticamente cuatro turbinas eólicas **302a-302d**, que pueden haber sido desactivadas después de un fallo de potencia o una parada controlada (bien de modo autónomo por uno o más controladores de turbina eólica o por el controlador de la granja eólica). Cada turbina eólica desactivada se aísla de la red mediante la apertura de interruptores principales **304a-304d**, interruptores de red **306a**, **306d** e interruptores secundarios **308a-308d**, **310a-310d** y cada turbina eólica desactivada se mantiene en operación de respaldo mediante el uso de su UPS que es conectada a la turbina eólica de modo que pueda desconectarse.

50 Tras la detección de un fallo de potencia o cierre controlado, la IMCU detecta y localiza el grupo de turbinas eólicas desactivadas e inicia un proceso de reconfiguración de la red local mediante el cierre secuencial de interruptores secundarios **308b**, **308d**, **310a-310d** de las turbinas eólicas desactivadas (el cierre de los interruptores se indica simbólicamente por una flecha). Después del cierre de dichos interruptores se forma una red local situada en isla mediante líneas de transmisión de potencia **312**, **314**, **316** interconectadas, en la que la red local se desconecta de la red principal mediante interruptores **318**, **320** adicionales.

60 La **Fig. 3B** ilustra una segunda fase del proceso de operación en isla. Tras la formación de la red local situada en isla, la IMCU selecciona una de las turbinas eólicas desactivadas **302c** e instruye a la turbina eólica seleccionada **302c** para iniciar un procedimiento de arranque autógeno. Dichos procedimientos de arranque autógeno son bien conocidos en la técnica (véase por ejemplo el documento US 7.394.166 que describe un procedimiento de ejemplo de arranque autógeno de turbina eólica). Durante el arranque autógeno la operación de potencia de la turbina eólica se incrementa gradualmente hasta que se consigue una operación en circuito abierto estable (por ejemplo 10 kV/ 50 Hz).

65 Una vez se consigue la operación estable, la IMCU conecta el generador eólico **322** operacional a la red local

mediante el cierre remoto del interruptor principal **304c** del generador eólico operacional. Adicionalmente, la IMCU conecta el sistema de distribución de alimentación auxiliar de la turbina eólica **302c** operacional y una primera turbina eólica **302d** desactivada a la red local mediante el cierre remoto de los interruptores de la red local **306c**, **306d** de la turbina eólica operacional y de la turbina eólica desactivada respectivamente. De una forma similar, la
 5 IMCU conecta secuencialmente las otras turbinas eólicas **302a**, **302b** desactivadas a la red local, que es alimentada por la turbina eólica **302c** operacional.

La IMCU conecta así los sistemas de distribución de alimentación auxiliar de los generadores eólicos individualmente aislados y desactivados a la turbina eólica operacional formándose de ese modo un grupo situado
 10 en isla de turbinas eólicas desactivadas en el que los controladores de turbina eólica y/u otros elementos eléctricos, por ejemplo el sistema de control ambiental en la turbina eólica son alimentados por una turbina eólica operacional. La turbina eólica operacional actúa así como una fuente de alimentación auxiliar P_w , permitiendo que cada turbina eólica que tiene su sistema de distribución de alimentación auxiliar conectado a la red local situada en isla se desconecte de su UPS. Por ello, la IMCU puede dar instrucciones a los controladores de turbina eólica para
 15 desconectar la UPS del sistema de distribución de alimentación auxiliar. Este proceso se representa en la **Fig. 3C** que ilustra la última fase del proceso de operación en isla.

Suponiendo que están disponibles condiciones de viento adecuadas, el método de acuerdo con la invención proporciona así una forma eficiente y barata de suministrar alimentación a un grupo de turbinas eólicas situadas en
 20 isla que se requiere mantengan las turbinas eólicas en el modo de respaldo. Usando el proceso de operación en isla, una turbina eólica de 4 MW puede por ejemplo alimentar de potencia a veinte turbinas eólicas desactivadas (requiriendo cada una 200 kW en el modo de respaldo). El método es especialmente efectivo cuando es necesaria la desactivación de grandes grupos de turbinas eólicas durante un periodo más largo, por ejemplo durante defectos en la línea de transmisión de potencia submarina o mantenimiento de la misma. Más aún, el método reduce la
 25 necesidad de uso de generadores de tipo combustión.

En el caso de un gran grupo de turbinas eólicas desactivadas, la IMCU puede decidir que es necesaria la activación de una o más turbinas eólicas adicionales. La IMCU puede seleccionar por ejemplo dos turbinas eólicas operacionales, en las que cada una de las turbinas eólicas se localiza de modo que se comparta la carga de
 30 potencia de las dos turbinas eólicas operativas.

En una variante adicional, uno o más controladores de turbina eólica se configuran para iniciar autónomamente la operación en isla de un grupo de turbinas eólicas desactivadas tal como se ha descrito con referencia a las **Figs. 3A-3C**. En esa variante, la IMCU se localiza en uno o más controladores de turbina eólica en lugar de en el
 35 controlador de la granja eólica.

Se ha de entender que cualquier característica descrita en relación con una cualquiera de las realizaciones puede usarse en solitario, o en combinación con otras características descritas, y puede usarse también en combinación
 40 con una o más características de cualquier otra de las realizaciones, o cualquier combinación de cualquier otra de las realizaciones. Más aún, se ha de tomar nota de que será claro para el experto en la materia que la secuencia de etapas de proceso, en particular las etapas de configuración de la red local, las etapas de conexión de las turbinas eólicas activadas y/o desactivadas a la red local y la desconexión de la UPS del sistema de distribución de alimentación auxiliar descrito con referencia a las **Figs. 3A-3C** puede alterarse de varias formas sin apartarse del
 45 alcance de la invención. Pueden emplearse también equivalentes y modificaciones adicionales no descritos anteriormente sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para operación en isla de al menos dos turbinas eólicas (102a-102i) asociadas con una granja eólica (100), estando configurada dicha granja eólica para proporcionar la potencia generada por las turbinas eólicas en dicha granja eólica a una red eléctrica principal (106), comprendiendo el método:
- 5
- detectar al menos dos o más turbinas eólicas desactivadas en dicha granja eólica, estando desconectadas dichas turbinas eólicas desactivadas de dicha red eléctrica principal (106);
- 10 configurar al menos una red eléctrica local (214) situada en isla para la conexión eléctrica de dichas dos o más turbinas eólicas desactivadas;
- activar al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas usando una operación de arranque autógeno;
- conectar dicha al menos una turbina eólica activada y al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas a dicha red eléctrica local, actuando dicha turbina eólica activada como fuente de alimentación para dicha al menos una turbina eólica desactivada conectada a dicha red eléctrica local (214).
- 15
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:
- configurar dicha red eléctrica local mediante el control de uno o más primeros interruptores (114) en una o más líneas de transmisión de potencia (110) entre dichas turbinas eólicas desactivadas.
- 20
3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende:
- acoplar dicha al menos una turbina eólica activada y al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas a dicha red eléctrica local mediante el control de uno o más segundos interruptores (228, 230) proporcionando de ese modo una conexión eléctrica entre dicha red eléctrica local y dicha al menos una turbina eólica activada y desactivada, respectivamente.
- 25
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que cada una de dichas turbinas eólicas comprende un generador eólico, comprendiendo dicho método:
- 30 conectar el generador eólico de al menos una de dichas turbinas eólicas activadas a dicha red eléctrica local usando uno o más terceros interruptores (318-320).
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que cada una de dichas turbinas eólicas comprende un sistema de distribución (220) de alimentación auxiliar y una fuente de alimentación ininterrumpida (234).
- 35
6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende:
- 40 dicho sistema de distribución (220) de alimentación auxiliar que usa la potencia generada por al menos una de dichas turbinas eólicas activadas en lugar de la potencia asociada con dicha fuente de alimentación ininterrumpida (234).
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que al menos una de dichas turbinas eólicas comprende un controlador (122, 236) de turbina eólica, estando configurado dicho controlador de turbina eólica para la ejecución de al menos una etapa del proceso tal como se define en la reivindicación 1.
- 45
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que cada una de dichas turbinas eólicas comprende un controlador de turbina eólica, estando conectados dichos controladores de turbina eólica a través de uno o más enlaces de comunicaciones (218) a un controlador de la granja eólica configurado para la ejecución de al menos una etapa del proceso tal como se define en la reivindicación 1.
- 50
9. Controlador (122, 236) configurado para operación en isla de al menos dos turbinas eólicas (102) asociadas con una granja eólica (100), estando configurada dicha granja eólica para proporcionar la potencia generada por las turbinas eólicas en dicha granja eólica a una red eléctrica principal (106), comprendiendo el controlador:
- 55 uno o más detectores configurados para detectar al menos dos o más turbinas eólicas desactivadas en dicha granja eólica (100), estando desconectadas dichas turbinas eólicas desactivadas de dicha red eléctrica principal (106);
- 60 un controlador de la red eléctrica local configurado para configurar al menos una red eléctrica local (214) situada en isla para la conexión eléctrica de dichas dos o más turbinas eólicas desactivadas;
- un activador de turbina eólica configurado para activar al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas usando una operación de arranque autógeno; y
- un acoplador de la red eléctrica configurado para conectar dicha al menos una turbina eólica activada y al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas a dicha red eléctrica local (214), actuando dicha turbina eólica activada como una fuente de alimentación para dicha al menos una turbina eólica desactivada conectada a dicha
- 65

red eléctrica local (214).

- 5 10. Controlador (122, 236) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho controlador de la red eléctrica local comprende un primer controlador de interruptor para el control de uno o más primeros interruptores en una o más líneas de transmisión de potencia entre turbinas eólicas identificadas por dichos uno o más detectores.
- 10 11. Controlador (122, 236) de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10, en el que dicho acoplador de red eléctrica comprende un segundo controlador de interruptor para el control de uno o más segundos interruptores para proporcionar una conexión eléctrica entre dicha red eléctrica local (214) y dichas turbinas eólicas activada y desactivada respectivamente.
- 15 12. Controlador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que dicho controlador comprende adicionalmente una unidad receptora/transmisora para el establecimiento de un enlace de comunicaciones con al menos una de dichas turbinas eólicas desactivadas desconectadas de la red eléctrica principal (106) o con un controlador de la granja eólica.
- 20 13. Una turbina eólica (102) que comprende un controlador (122, 236) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12.
- 25 14. Un sistema (100) de granja eólica configurado para proporcionar la potencia generada por turbinas eólicas en dicha granja eólica a una red eléctrica principal (106), configurado adicionalmente dicho sistema de granja eólica para la gestión de la operación en isla de al menos dos turbinas eólicas desactivadas en dicho sistema de granja eólica, estando desconectadas dichas al menos dos turbinas eólicas desactivadas de la red eléctrica principal, comprendiendo la granja eólica una pluralidad de turbinas eólicas (102) que pueden conectarse de modo interrumpible a través de una o más líneas de transmisión de potencia a una red eléctrica principal (106) y al menos un controlador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12.
- 30 15. Un producto de programa informático almacenado en un medio legible por ordenador que comprende partes de código de software configuradas para, cuando se ejecuta en la memoria de un ordenador, la ejecución de las etapas del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8.

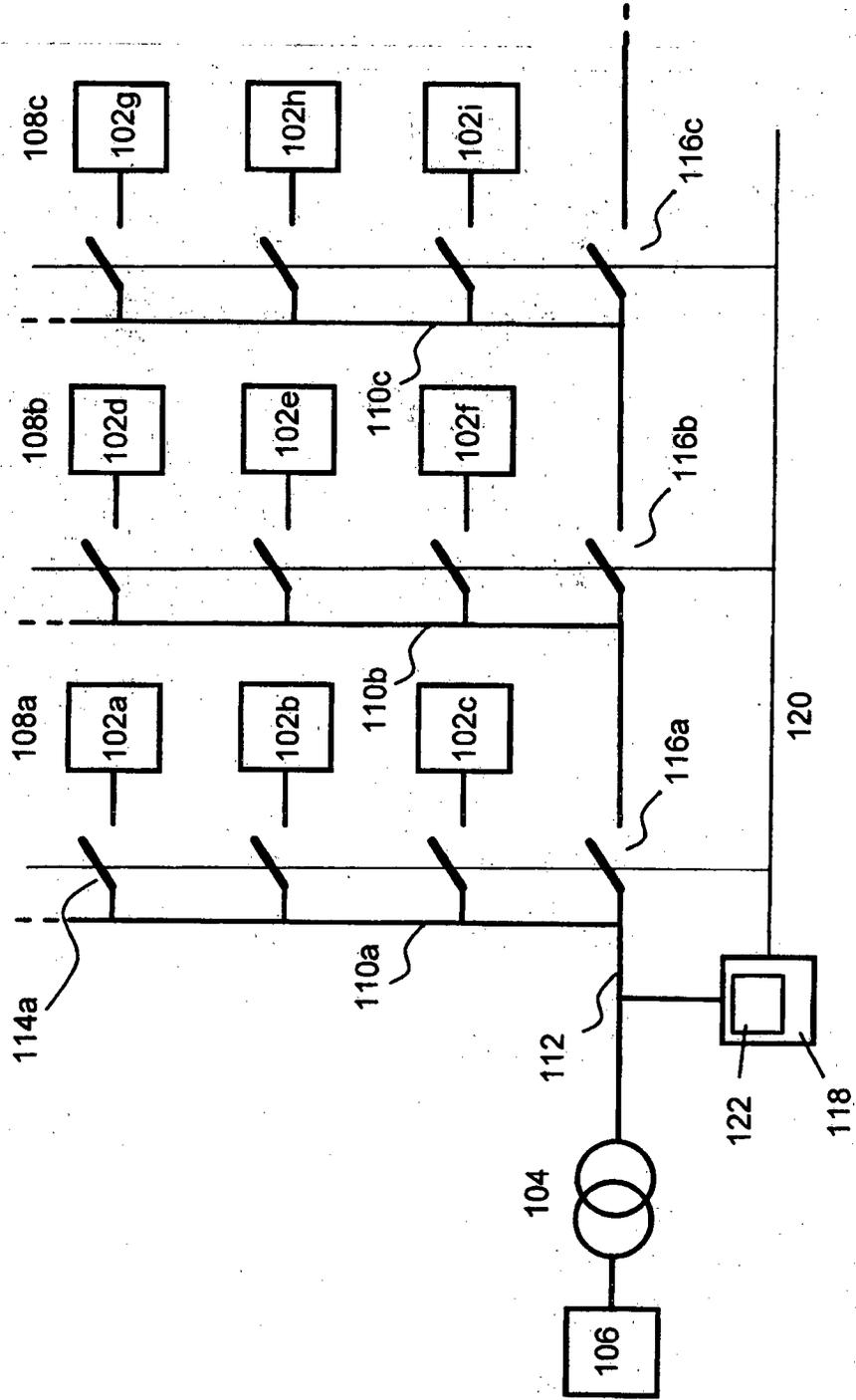


Figura 1

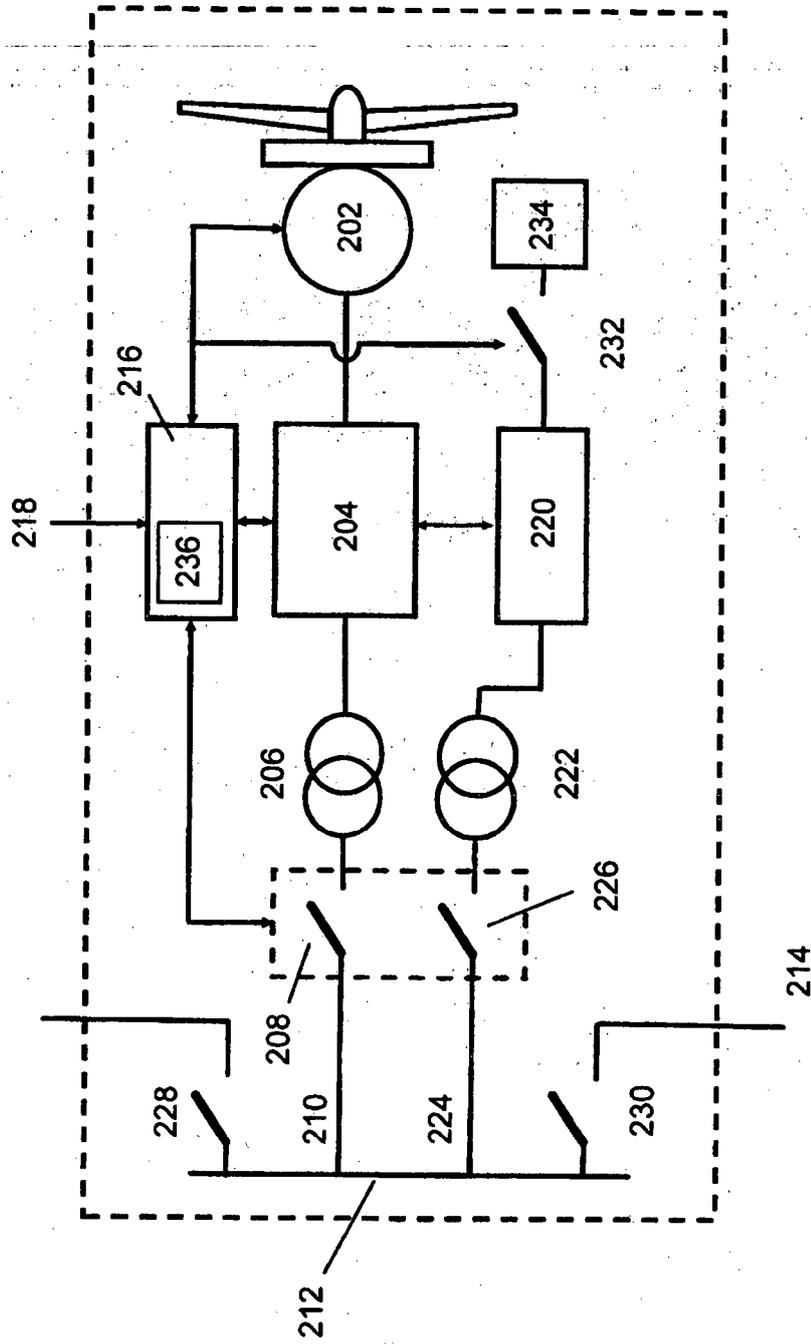
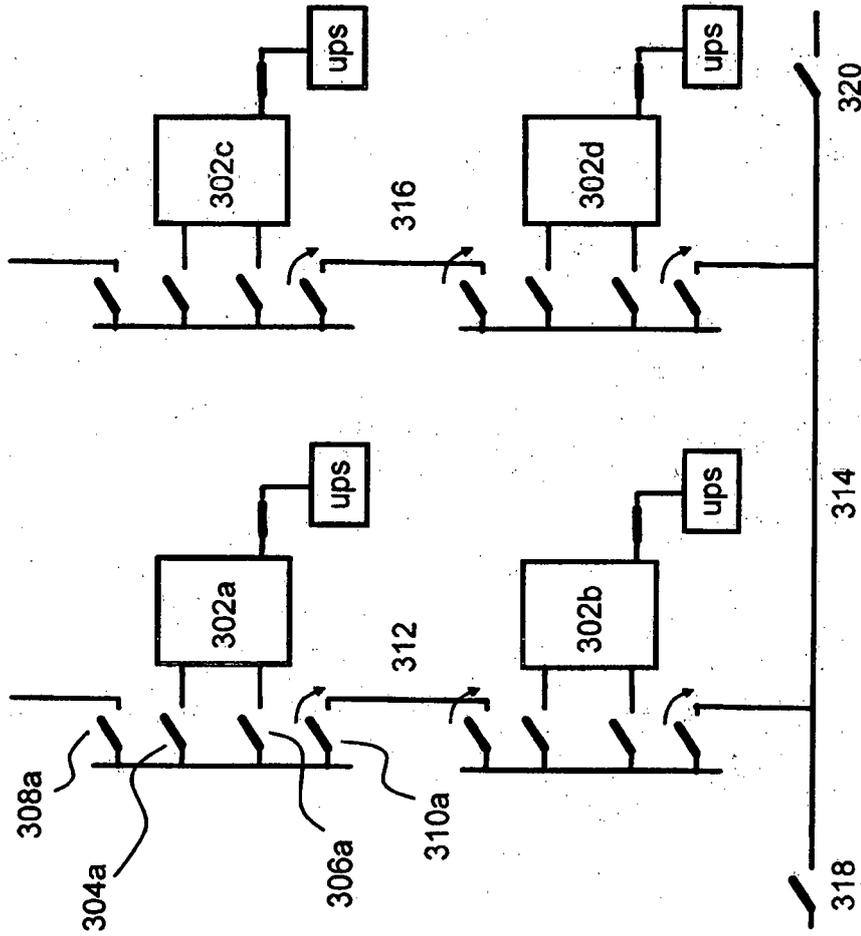


Figura 2



300

Figura 3A

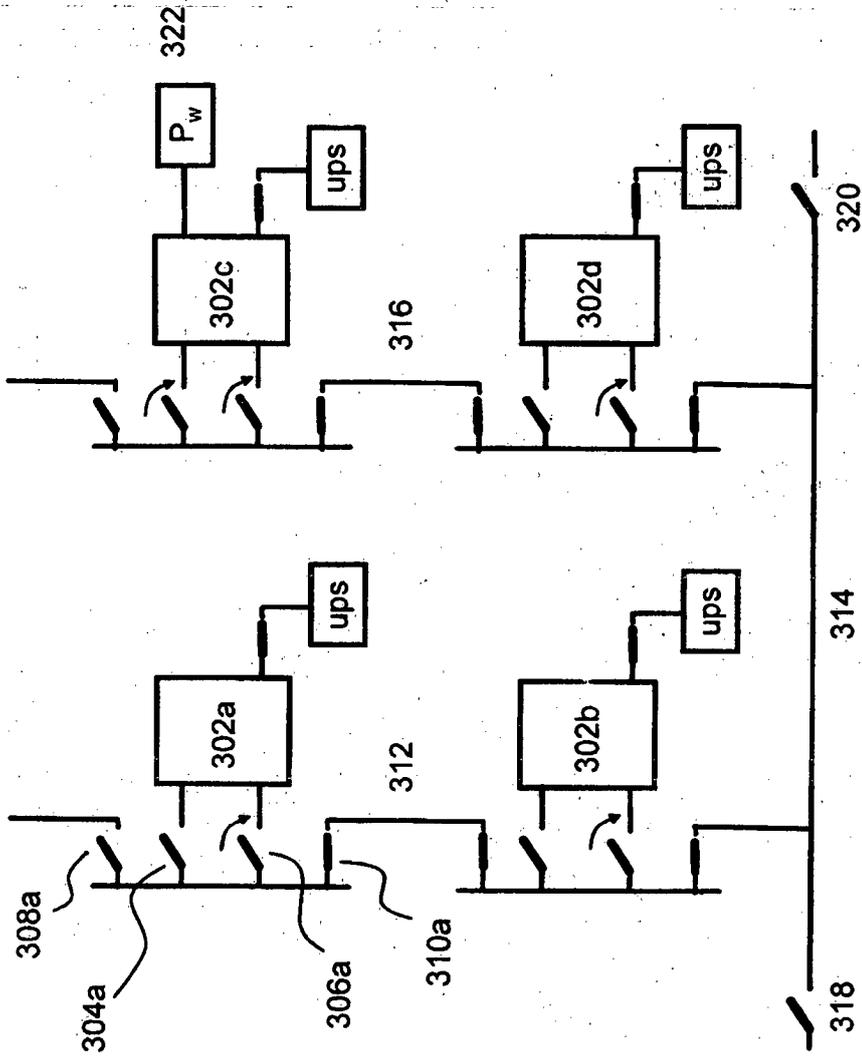


Figura 3B

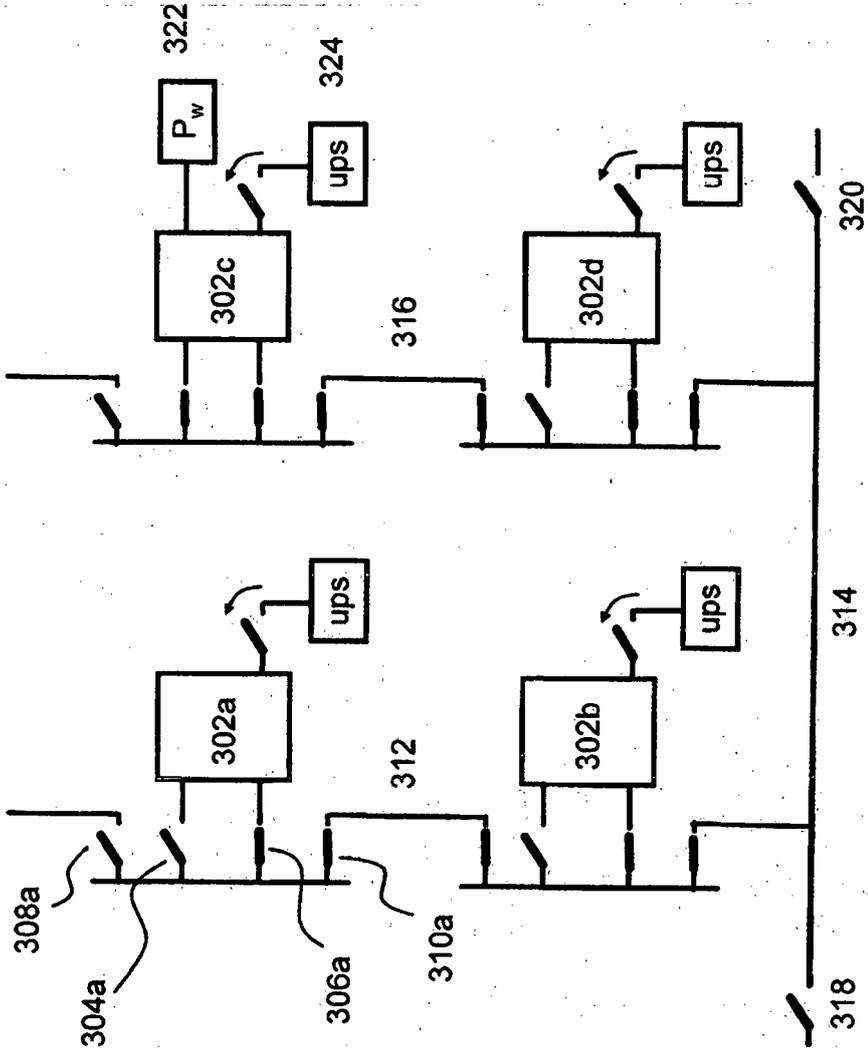


Figura 3C