

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 198**

51 Int. Cl.:

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: **09.04.2003** **E 03008295 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016** **EP 1467463**

54 Título: **Parque eólico y procedimiento de operación del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2017

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

LÜTZE, HANS HENNING;
RIEKEN, STEFAN y
MEYER, DIETMAR

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 619 198 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

Parque eólico y procedimiento de operación del mismo

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un parque eólico y a un procedimiento para operar dicho parque eólico, especialmente a un procedimiento para controlar la potencia de salida real de dicho parque eólico dependiendo de una variable medida de la red eléctrica a la cual el parque eólico está conectado.

Antecedentes de la invención

10 Prácticamente, toda planta de generación de energía - ya sea una planta de energía nuclear, una planta de cogeneración, una estación de energía eólica - genera la corriente mediante un generador que convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

15 Normalmente, el generador está conectado a una línea de energía eléctrica conductora de corriente eléctrica. La línea de energía eléctrica a partir de la cual las cargas del consumidor conectadas a ella obtienen su energía, deben tener unos parámetros de red definidos, en particular, una tensión definida y una frecuencia definida. Por ejemplo, los valores deseados de las viviendas alemanas medias sobre el nivel de tensión bajo son 230 Voltios y 50 Hertzios (Hz).

20 La estabilidad de los parámetros de red está influida por distintas variables que incluyen el equilibrio entre la potencia generada y la potencia consumida en cada instante. Cualquier desequilibrio entre la potencia generada (real) y la potencia consumida (real) conduce a cambios en la frecuencia de red. Cuando se genera más potencia que la consumida, la potencia se eleva, y disminuye si se consume más potencia que la generada. Con el fin de evitar la sobrecarga dentro de los sistemas de red combinados, y controlar el flujo de carga, es vital mantener la fluctuación de la frecuencia de red lo más reducida posible.

25 Cuando la potencia instalada de las turbinas eólicas aumenta, la generación de energía eólica tiene una influencia creciente sobre la estabilidad de la red. Por tanto, resulta cada vez más importante que los parques eólicos contribuyan a la estabilización de la red controlando la potencia de salida real de un parque eólico dependiente de la frecuencia de red.

El documento DE 19620906 divulga un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

30 Por tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un parque eólico y un procedimiento para operar dicho parque eólico, en particular un parque eólico que pueda ser eficazmente controlado con respecto a la estabilización de los parámetros de red, en particular con respecto a la frecuencia de red.

35 El objeto se resuelve mediante un parque eólico de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1 y mediante la operación de procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 11. Otras ventajas, características, aspectos y detalles de la invención resultarán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y de los dibujos que se acompañan. Las reivindicaciones están destinadas a ser concebidas como un enfoque no limitativo de definición la invención en términos generales.

40 De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona un parque eólico con al menos dos turbinas eólicas conectadas a una red eléctrica, comprendiendo además dicho parque eólico una unidad de control conectada a dichas al menos dos turbinas eólicas, y una unidad sensora conectada a dicha red eléctrica y a dicha unidad de control, en el que dicha unidad sensora está adaptada para medir la frecuencia de red de dicha red eléctrica y para transmitir dicha frecuencia de red medida a dicha unidad de control, y en el que dicha unidad de control está adaptada para controlar la salida de potencia real de dicho parque eólico de acuerdo con dicha frecuencia de red medida, comprendiendo además el parque eólico un dispositivo de acoplamiento para acoplar el parque eólico a la red eléctrica y un elemento sensor para detectar una primera variable indicativa de dicho parque eólico, en el que dicho elemento sensor está adaptado para transmitir dicha primera variable medida a dicho dispositivo de acoplamiento, y en el que dicho dispositivo de acoplamiento está adaptado para controlar una segunda variable de dicho parque eólico de acuerdo con dicha primera variable medida.

50 La forma de realización anteriormente descrita de la presente invención, permite una estabilización de la frecuencia de red al nivel del parque eólico más que al nivel de las turbinas eólicas individuales. La unidad de control centralizada permite una gestión del parque eólico centralizada teniendo en cuenta el estado real del parque eólico completo más que el de una única turbina eólica. Así, la gestión centralizada del parque eólico permite una dinámica superior y una factibilidad variable de regulación para estabilizar la frecuencia de red. Así mismo, la gestión centralizada del parque eólico permite una selección de turbinas individuales de acuerdo con criterios distintos de la sola estabilización de frecuencia.

La forma de realización anteriormente descrita de la presente invención permite también una gestión centralizada del parque eólico teniendo en cuenta el estado real de la totalidad del parque eólico más que el de una única turbina eólica. Sin embargo, la incorporación de un elemento sensor que detecte una variable específica indicativa del estado real del parque eólico, la regulación y el control del parque eólico pueden llevarse a cabo no solo dependiendo de los parámetros de red, sino también sobre la base del estado interno del parque eólico. En particular, no solo pueden supervisarse parámetros como, por ejemplo, la frecuencia de red, sino que también pueden supervisarse las señales de referencia respecto de las variables internas como por ejemplo la potencia efectiva suministrada a la red, una señal de referencia de la potencia máximas o la tensión efectiva en el punto de acoplamiento a la red. Por consiguiente, las señales de referencia específica que pueden incluso ser prescritas por partes externas como por ejemplo servicios generales, pueden ser observadas debido a una supervisión y a una regulación apropiadas. Además, el control del parque eólico puede llevarse a cabo por medio ya sea de la misma variable medida o mediante una variable diferente. Por ejemplo, el elemento sensor puede medir la tensión efectiva, pero el medio de acoplamiento regula el parque eólico por el control de la corriente.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se propone un procedimiento para operar un parque eólico, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de la medición de la frecuencia de red con una unidad sensora, la transmisión de dicha frecuencia de red medida en la unidad de control, la determinación acerca de si la frecuencia de red medida está fuera de un intervalo predeterminado y, si la frecuencia de red medida está fuera de dicho intervalo predeterminado, la selección de al menos una entre las al menos dos turbinas eólicas comprendidas en dicho parque eólico mediante dicha unidad de control y la regulación de la potencia de salida de dicha al menos una turbina eólica.

El procedimiento comprende además las etapas de la medición de una primera variable representativa de dicho parque eólico por dicho elemento sensor, la transmisión de dicha primera variable medida a un dispositivo de acoplamiento, la determinación de si la primera variable medida está fuera de un intervalo predeterminado, y si la primera variable medida está fuera del intervalo predeterminado, la selección de al menos una entre las al menos dos turbinas eólicas comprendidas en dicho parque eólico mediante dicho dispositivo de acoplamiento y la regulación de la potencia de salida de dicha al menos una turbina eólica mediante el control de una segunda variable de dicho parque eólico.

El procedimiento anteriormente descrito permite un control centralizado del parque eólico y, por tanto, una gestión centralizada del parque eólico. Dado que la gestión se produce al nivel más alto, esto es, al nivel del parque eólico, el procedimiento propuesto permite una dinámica elevada y un uso variable de la regulación para estabilizar parámetros de red como por ejemplo la frecuencia de red. Así mismo, dado que la gestión central del parque eólico tiene acceso a los datos operativos de cada una de las turbinas comprendidas en el parque eólico, la gestión centralizada del parque eólico puede potenciarse al máximo con respecto a diversos parámetros. Así, no solo la estabilización de frecuencia puede tomarse en consideración al seleccionar una o más turbinas eólicas destinadas a ser restringidas, sino también otros criterios como el desgaste de piezas de la turbina, esto es consideraciones de la vida útil y / o consideraciones de mantenimiento y / o las condiciones operativas (reales) o de carga de las turbinas individuales que pueden ser utilizadas para seleccionar las turbinas. De esta manera, se puede incrementar la eficiencia de la gestión del parque eólico mediante la gestión centralizada del parque eólico en comparación con el control no coordinado de las turbinas eólicas individuales dentro del parque eólico.

Así mismo, el procedimiento anteriormente descrito permite un control centralizado del parque eólico y, por tanto, una gestión centralizada del parque eólico. Por consiguiente, también este procedimiento presenta las ventajas ya descritas en conexión con el procedimiento operativo anteriormente mencionado. Sin embargo, el procedimiento anteriormente descrito permite también obtener no solo valores de parámetros de red, sino también valores internos del parque eólico, por ejemplo, la potencia real suministrada a la red o la corriente o la tensión real en el punto de acoplamiento de la red. Por tanto, la gestión del parque eólico puede también basarse en restricciones inherentes del parque eólico o en exigencias prescritas por partes externas, por ejemplo, servicios públicos o autoridades públicas. Por ejemplo, la señal de referencia de potencia real o la señal de referencia de potencia máxima pueden ser controladas externamente. Solo una gestión centralizada del parque eólico es capaz de observar dichas exigencias. La gestión distribuida en base al control independiente de las turbinas eólicas individuales comprendidas en el parque eólico puede no reaccionar de manera eficaz a las demandas repentinas relacionadas con la estabilización de los parámetros de red dado que la salida de potencia del parque eólico no está gestionada de manera coherente. Por consiguiente, el procedimiento anteriormente descrito del control centralizado ofrece una flexibilidad considerablemente mayor que el control independiente de las turbinas eólicas individuales.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento para operar un parque eólico, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de la operación del parque eólico a su potencia de salida máxima total mientras que la frecuencia de red permanece dentro de un predeterminado rango, y la reducción de la potencia de salida de acuerdo con un procedimiento para operar un parque eólico de acuerdo con un aspecto de la presente invención cuando la frecuencia de red sobrepase el valor límite superior de dicho intervalo.

Cuando el parque eólico es operado de acuerdo con el procedimiento expuesto, se obtiene la máxima ganancia del parque eólico dado que opera siempre a la máxima salida de potencia excepto en casos en los que la frecuencia de

red sobrepasa el valor límite superior del intervalo deseado en el que debe permanecer. En este caso, la salida de potencia del parque eólico se reduce para estabilizar la frecuencia de red.

De acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención, se propone un procedimiento para operar un parque eólico, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de la operación del parque eólico a una determinada potencia de salida predeterminada por debajo de la potencia de salida máxima de dicho parque eólico mientras la frecuencia de red permanece dentro de un intervalo predeterminado, la reducción de la potencia de salida de acuerdo con un procedimiento para operar con un parque eólico de acuerdo con un aspecto de la presente invención cuando la frecuencia de red sobrepasa el valor límite superior de dicho intervalo, el incremento de la potencia de salida de acuerdo con un procedimiento para operar un parque eólico de acuerdo con un aspecto de la presente invención cuando la frecuencia de red sobrepasa a la baja el valor límite inferior de dicho intervalo.

El procedimiento de acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención según se ha descrito es especialmente ventajoso cuando el parque eólico está conectado a redes pequeñas o inestables. En este caso, no solo la ganancia máxima procedente del parque eólico es una cuestión importante sino también la estabilización de los parámetros de red. Por tanto, el parque eólico opera a una carga parcial incluso en condiciones de red estables con la frecuencia de red correcta para funcionar como una "reserva disponible de energía": si la frecuencia de red se desvía de su vía de señal de referencia, la potencia de salida del parque eólico puede aumentar o disminuir para estabilizar la frecuencia de red. Si el valor de la frecuencia de red se eleva de la señal de referencia definida, la potencia de salida real del parque eólico puede reducirse. Por otro lado, la potencia de salida puede aumentarse si la frecuencia cae. El desplazamiento respectivo de la potencia de salida real es mediante el control centralizado del parque eólico contrarresta así las variaciones de la frecuencia de red.

Breve descripción de los dibujos

Fig. 1 es una vista esquemática de un parque eólico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Fig. 2 es una vista esquemática de un parque eólico de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención.

Fig. 3 es una vista esquemática de un parque eólico de acuerdo con otra forma de realización adicional de la presente invención.

Fig. 4 muestra una variación interrelacionada de la frecuencia de red y de la potencia de salida real de acuerdo con un procedimiento para operar un parque eólico de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

Fig. 5 muestra la variación interrelacionada de frecuencia de red y de potencia de salida real de acuerdo con un procedimiento para operar un parque eólico de acuerdo con otro aspecto de la presente invención.

Fig. 6 muestra la variación de la potencia de salida real de acuerdo con un procedimiento para operar un parque eólico de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Fig. 7 muestra una variación de la potencia de salida real de acuerdo con un procedimiento adicional para operar un parque eólico de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención.

Descripción detallada

La Fig. 1 es una vista esquemática de un parque eólico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El parque eólico comprende unas turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas que están conectadas a una red eléctrica. Un parque eólico comprende además una unidad 5 de control centralizada que está conectada a cada una de las turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas. La unidad 5 de control está adaptada para seleccionar y controlar individualmente las turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas del parque eólico. Dado que el control de las turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas puede ser a distancia, la unidad 5 de control puede ser situada dentro o fuera del parque eólico. Así mismo, la unidad 6 sensora está incluida en el parque eólico, estando la unidad 6 sensora conectada a dicha red eléctrica y a dicha unidad 5 de control. La unidad 6 sensora está adaptada para medir un parámetro de red relevante, por ejemplo, la frecuencia de red. Sin embargo, también pueden ser utilizados otros parámetros de red si resulta apropiado. En lo sucesivo en la presente memoria, la frecuencia de red es utilizada de manera ejemplar como el parámetro de red medido. La frecuencia de red puede ser medida en cualquier punto dentro del parque eólico o fuera del parque eólico. Esto puede llevarse a cabo en una subestación o en una turbina eólica individual o en un punto a distancia de la red, esto es, la unidad 6 sensora puede estar formada como una subestación o puede estar integrada dentro de la turbina eólica individual del parque eólico.

A continuación, se describe la operación del parque eólico expuesto con referencia a las Figs. 6 y 7. Como se indicó anteriormente, la frecuencia de red se eleva si hay más potencia alimentada a la red de la que es consumida y, viceversa, la frecuencia de red cae si hay más potencia consumida que la suministrada a la red. Para mantener una frecuencia de red deseada, por ejemplo de 60 Hz para los EEUU y 50 Hz para Alemania, es conveniente controlar la potencia de salida real del parque eólico. Este control tiene por consecuencia que la potencia de salida real del

parque eólico se reducirá si el valor de la frecuencia de red se eleva por encima de un valor límite superior predeterminado. Hay varias posibilidades para reducir la potencia de salida real, a saber la detención de las turbinas eólicas individuales dentro del parque eólico y / o la reducción de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales de forma gradual y / o la reducción de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales de forma continua. En el caso opuesto, esto es, si la frecuencia de red cae por debajo de un valor límite inferior predeterminado, se requeriría una potencia de salida del parque eólico aumentada para estabilizar la red. El aumento de la potencia de salida real puede llevarse a cabo mediante la puesta en marcha de una o más turbinas eólicas dentro del parque eólico y / o mediante el aumento de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales de forma gradual y / o mediante el aumento de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales de manera continua. Sin embargo, cuando el parque eólico está ya operado a una potencia de salida completa, este modo de estabilización de red no es posible.

La Fig. 6 muestra la variación de la potencia de salida real del parque eólico cuando es controlado mediante el aumento o reducción de forma continua de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales. Frente a ello, la Fig. 7 muestra la variación de la potencia de salida real del parque eólico cuando es controlado mediante el aumento o la reducción graduales de la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales. Una curva como la mostrada en la Fig. 7 puede obtenerse cuando se produce la detención o la puesta en marcha de las turbinas eólicas individuales en vez de solo la reducción o el aumento de su potencia de salida. En este caso, las etapas "ascendentes" de la curva de la Fig. 7 proceden de las turbinas eólicas que son puestas en marcha, mientras que las "etapas descendentes" se originan a partir de las turbinas eólicas que son detenidas.

Según lo anteriormente descrito, la salida de la potencia real del parque eólico es regulada o controlada de acuerdo con la frecuencia de red medida. La frecuencia de red se mide por la unidad 6 sensora que transmite el valor de la frecuencia de red medida hacia la unidad 5 de control. Esta transmisión puede producirse mediante cualquier medio de conexión inalámbrica o cableada. La unidad 5 de control centralizada regula la potencia de salida real del parque eólico. En una primera etapa, determina si la frecuencia de red efectiva está dentro de un intervalo de frecuencia predeterminado. Si la frecuencia de red está fuera de este intervalo, la unidad de control selecciona una o más turbinas eólicas destinadas a ser controladas. Los criterios de selección que se utilizarían para seleccionar una turbina para que se detenga o reduzca su operación podrían desgastar parte para descargar piezas de la turbina (consideraciones de vida útil) y / o consideraciones de mantenimiento y / o malas condiciones operativas o de carga de la turbina eólica individual. Por otro lado, los mismos criterios de selección serían utilizados para seleccionar una turbina para su puesta en marcha o para una operación incrementada pero de signos inversos. El control de las turbinas individuales puede llevarse a cabo restringiendo las turbinas eólicas mediante, por ejemplo, la variación del ángulo de paso o incluso el cambio del ángulo de incidencia de las palas del rotor.

A continuación, se describe otra forma de realización de la presente invención con referencia a la Fig. 2 que también muestra un parque eólico que comprende varias turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas. En esta forma de realización, las turbinas eólicas no están directamente acopladas a la red eléctrica sino que están conectadas por medio de un dispositivo 7 de acoplamiento. El parque eólico comprende además un elemento 8 sensor para medir una variable del parque eólico. Dicha variable indicativa del estado del parque eólico puede ser, por ejemplo, la potencia de salida real o la corriente del parque eólico o la tensión real del punto de acoplamiento a la red eléctrica. Las turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas están conectadas al dispositivo 7 de acoplamiento por medio del elemento 8 sensor de forma que el elemento 8 sensor está dispuesto por fuera del dispositivo 7 de acoplamiento. Sin embargo, el elemento 8 sensor puede también estar integrado en el dispositivo 7 de acoplamiento, similar a la forma de realización mostrada en la Fig. 3.

En operación, el elemento 8 sensor mide una variable indicativa del estado interno del parque eólico, por ejemplo, la potencia de salida total. A continuación transmite el valor de la potencia medido hasta el dispositivo 7 de acoplamiento el cual a continuación verifica si el valor de potencia medido está dentro de un intervalo predeterminado de valores de potencia o en una señal de referencia predeterminada. Por ejemplo, un operador de la red puede prescribir una determinada potencia de salida máxima para el parque eólico que sea menor que la capacidad total del parque eólico. En este caso, la potencia de salida del parque eólico debe ser regulada para mantener el valor de potencia máximo. En el caso de que el dispositivo 7 de acoplamiento detecte una desviación de los valores deseados predeterminados, selecciona una o más turbinas 1, 2, 3, 4 eólicas del parque eólico y reduce o aumenta su potencia de salida individual. Con respecto al control de las turbinas eólicas individuales, nos remitimos a los análisis anteriormente expuestos. Sin embargo, debe mencionarse que en la presente forma de realización, el control de la potencia de salida puede llevarse a cabo controlando una variable interna del parque eólico, por ejemplo mediante el control de la corriente. En particular, al controlar la(s) turbina(s) eólica(s) seleccionada(s) por una variable interna, por ejemplo la salida de corriente de cada turbina eólica seleccionada individual o la tensión en el punto de acoplamiento a la red es controlada y regulada.

Debe entenderse que las características de las primera y segunda formas de realización descritas anteriormente pueden combinarse para conseguir efectos ventajosos adicionales. Por ejemplo, un parque eólico puede comprender una unidad sensora para detectar un parámetro de red así como un elemento sensor para detectar una variable interna del parque eólico. Así mismo, no solo una sino más variables externas, esto es, de red e internas pueden ser detectadas por sensores adicionales dispuestos dentro del parque eólico de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

Finalmente, se describen, con referencia a las Figs. 4 y 5, dos procedimientos diferentes para operar un parque eólico de acuerdo con dos aspectos diferentes de la presente invención.

5 La Fig. 4 muestra la variación interrelacionada de frecuencia y de potencia de salida cuando el parque eólico es operado de acuerdo con un primer procedimiento. De acuerdo con este procedimiento, el parque eólico es operado a su máxima potencia de salida total mientras que la frecuencia de red permanece dentro de un intervalo predeterminado. Si, sin embargo, la frecuencia de red sobrepasa el valor de límite superior de dicho intervalo, la potencia de salida del parque eólico se reduce de acuerdo con cualquiera de los procedimientos anteriormente mencionados para operar un parque eólico. Dado que el parque eólico opera a su máxima potencia de salida, pueden contrarrestar las caídas de potencia (que requieren una potencia de salida adicional), pero solo para la elevación de la frecuencia.

10 La Fig. 5 muestra la variación interrelacionada de frecuencia y de potencia de salida cuando el parque eólico es operado de acuerdo con un segundo procedimiento. De acuerdo con este procedimiento, el parque eólico es operado a una potencia de salida predeterminada por debajo de la potencia de salida máxima de dicho parque eólico, mientras que la frecuencia de red permanece dentro de un intervalo predeterminado. Si, sin embargo, la frecuencia de red sobrepasa el valor límite superior de dicho intervalo, la potencia de salida se reduce de acuerdo con cualquiera de los procedimientos anteriormente mencionados para operar un parque eólico, y si, la frecuencia de red sobrepasa a la baja el valor límite inferior de dicho intervalo, la potencia de salida aumenta de acuerdo con cualquiera de los procedimientos anteriormente mencionados para operar un parque eólico. Este modo operativo puede también estabilizar la red dentro de un parque eólico que no esté conectado a la red pública (red aislada).

15 Este modo operativo puede también estabilizar una red débil, en la que la potencia del parque eólico instalado es una parte sustancial de la potencia instalada de las unidades de generación de la red. Por ejemplo, en aplicaciones diésel eólicas, o de motor / eólicas de biogás, solares / eólicas o cualquier combinación de estas.

20

25

REIVINDICACIONES

- 1.- Un parque eólico con al menos dos turbinas (1, 2, 3, 4) eólicas conectadas a una red eléctrica, que comprende además un dispositivo (7) de acoplamiento para acoplar el parque eólico a la red eléctrica, **caracterizado por**
- un elemento (8) sensor para detectar una primera variable representativa de dicho parque eólico,
- 5 en el que dicho elemento (8) sensor está adaptado para transmitir dicha primera variable medida a dicho dispositivo (7) de acoplamiento,
- una unidad (5) de control centralizada conectada a dichas al menos dos turbinas (1, 2, 3, 4) eólicas, y
- una unidad (6) sensora conectada a dicha red eléctrica y a dicha unidad (5) de control centralizada, en el que dicha
- 10 unidad (6) sensora está adaptada para medir la frecuencia de red de dicha red eléctrica y para transmitir dicha frecuencia de red medida a dicha unidad (5) de control centralizada,
- en el que dicho dispositivo (7) de acoplamiento está adaptado para controlar una segunda variable de dicho parque eólico de acuerdo con dicha primera variable medida, y
- en el que dicha unidad (5) de control centralizada está adaptada para controlar la potencia de salida real de dicho parque eólico de acuerdo con dicha frecuencia de red medida.
- 15 2.- El parque eólico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha unidad (6) sensora es una subestación separada o integrada en una de dichas al menos dos turbinas (1, 2, 3, 4) eólicas.
- 3.- El parque eólico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicha unidad (5) de control está adaptada para detener las turbinas eólicas individuales dentro del parque eólico.
- 4.- El parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad (5) de
- 20 control centralizada está adaptada para gradual y / o continuamente reducir la potencia de salida de las turbinas eólicas individuales dentro del parque eólico.
- 5.- El parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha unidad (5) de control comprende además una unidad de selección para seleccionar las turbinas (1, 2, 3, 4) eólicas individuales dentro de dicho parque eólico.
- 25 6.- El parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la unidad (6) sensora está adaptada para transmitir dicha frecuencia de red medida a dicha unidad (5) de control por medio de señales de radio, ópticas, sonoras o eléctricas.
- 7.- El parque eólico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho elemento (8) sensor está integrado en dicho dispositivo (7) de acoplamiento.
- 30 8.- El parque eólico de acuerdo con la reivindicación 1 o 7, en el que la primera variable es la potencia de salida real del parque eólico, la corriente de salida real del parque eólico o la tensión real en el punto de acoplamiento con la red eléctrica.
- 9.- El parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el que dicha segunda variable es la corriente de salida total del parque eólico.
- 35 10.- El parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el dispositivo de acoplamiento comprende unos dispositivos de conmutación con semiconductor para controlar la potencia de salida de dicho parque eólico.
- 11.- Un procedimiento de operación de un parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 40 la medición de una primera variable representativa de dicho parque eólico mediante dicho elemento sensor,
- la medición de la frecuencia de red con una unidad sensora,
- la transmisión de dicha primera variable medida a un dispositivo de acoplamiento,
- la transmisión de dicha frecuencia de red medida a una unidad de control,
- la determinación de si la primera variable medida está fuera de un intervalo predeterminado,
- 45 y si la primera variable medida está fuera del intervalo predeterminado, la selección de al menos una de las al menos dos turbinas eólicas comprendidas en dicho parque eólico mediante dicho dispositivo de

acoplamiento y la regulación de la potencia de salida desde dicha al menos una turbina eólica para el control de una segunda variable de dicho parque eólico,

la determinación de si la frecuencia de red medida está fuera de un intervalo predeterminado y si la frecuencia de red medida está fuera de dicho intervalo predeterminado,

5 la selección de al menos una entre las al menos dos turbinas eólicas comprendidas en dicho parque eólico mediante dicha unidad de control y la regulación de la potencia de salida de dicha al menos una turbina eólica seleccionada.

12.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha segunda variable es la salida de corriente de dicha al menos una turbina eólica o la tensión real en el punto de acoplamiento con la red.

10 13.- El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en el que los criterios para seleccionar la al menos una turbina eólica son consideraciones de la vida útil y / o el mantenimiento y / o las condiciones de operación o carga de una turbina eólica individual.

14.- El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la al menos una turbina eólica seleccionada es detenida o puesta en marcha.

15 15.- El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que la variable controlada, especialmente la potencia de salida, la corriente de salida o la tensión en el punto de acoplamiento con la red, de dicha al menos una turbina eólica seleccionada se reduce o aumenta de forma gradual.

16.- Un procedimiento de operación de un parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, que comprende además las etapas de:

20 la operación del parque eólico a su potencia de salida total máxima mientras la frecuencia de red permanece dentro de un intervalo predeterminado, y

la reducción de la potencia de salida cuando la frecuencia de red sobrepase el valor límite superior de dicho intervalo.

25 17.- Un procedimiento de operación de un parque eólico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, que comprende además las etapas de:

la operación del parque eólico a una determinada potencia de salida por debajo de la potencia de salida máxima de dicho parque eólico mientras la frecuencia de red permanece dentro de un intervalo predeterminado,

30 la reducción de la potencia de salida cuando la frecuencia de red sobrepasa el valor límite superior de dicho intervalo, y

el aumento de la potencia de salida cuando la frecuencia de red sobrepasa a la baja el valor límite inferior de dicho intervalo.

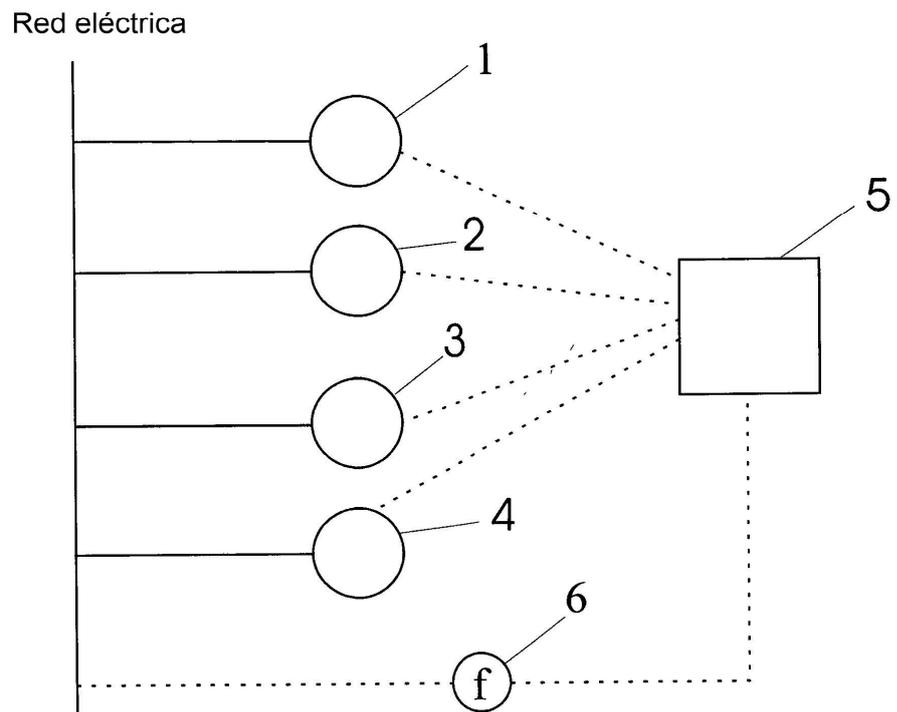


Fig. 1

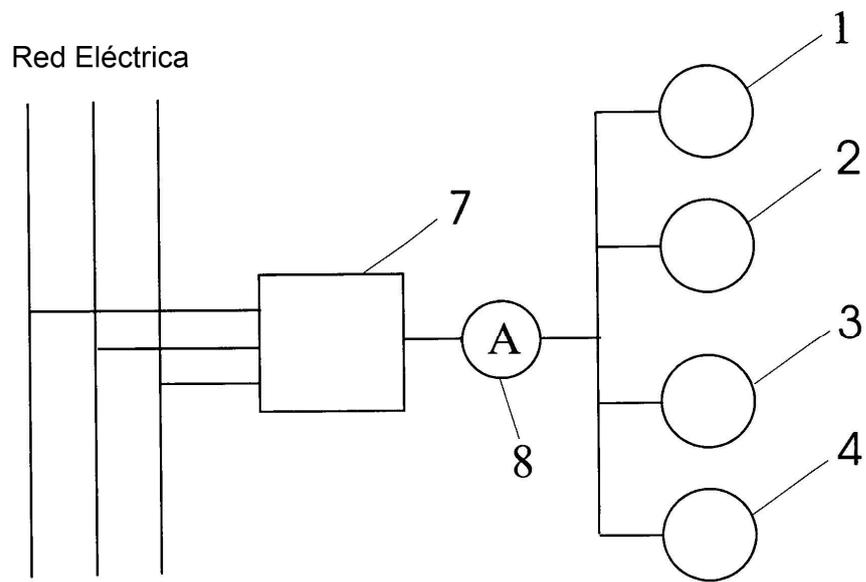


Fig. 2

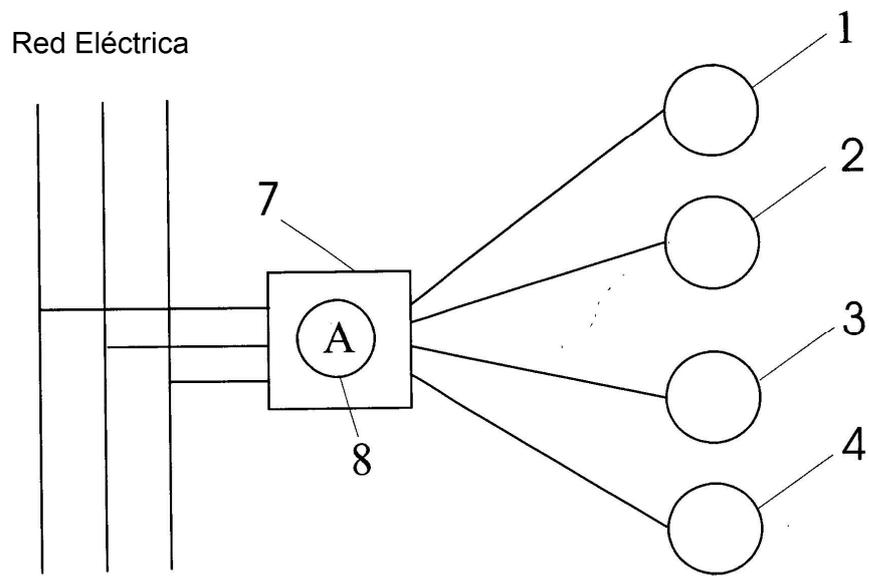


Fig. 3

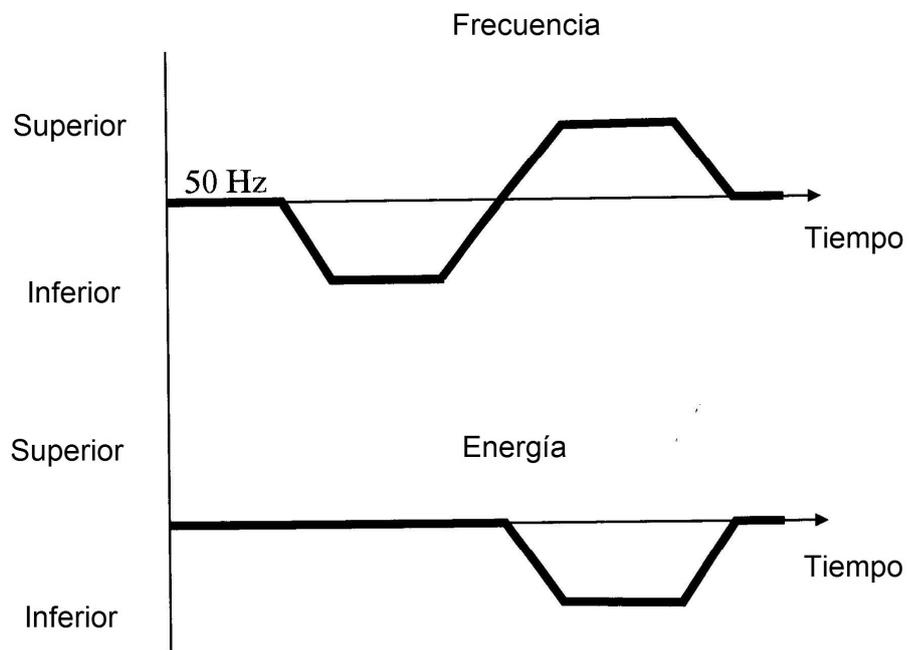


Fig. 4

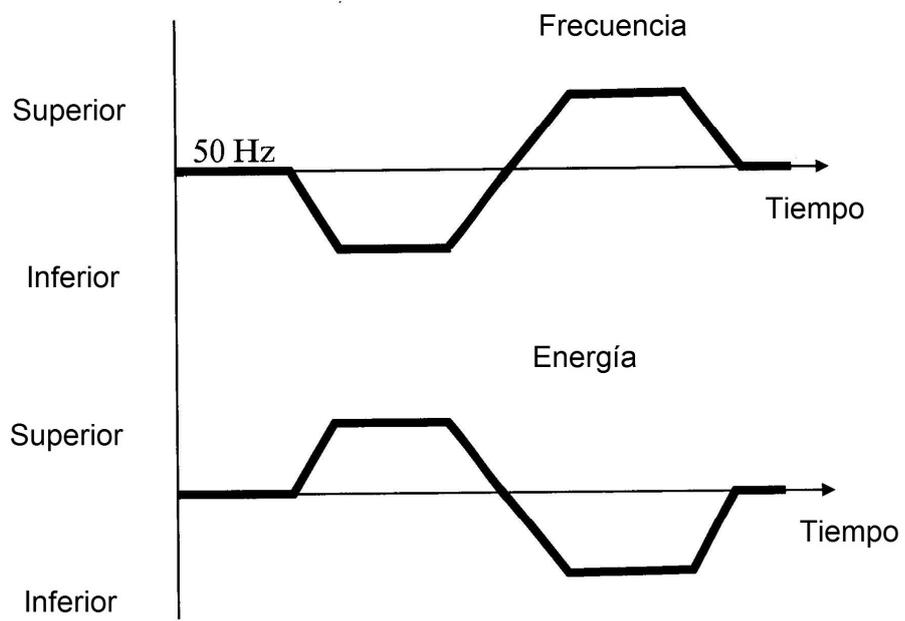


Fig. 5

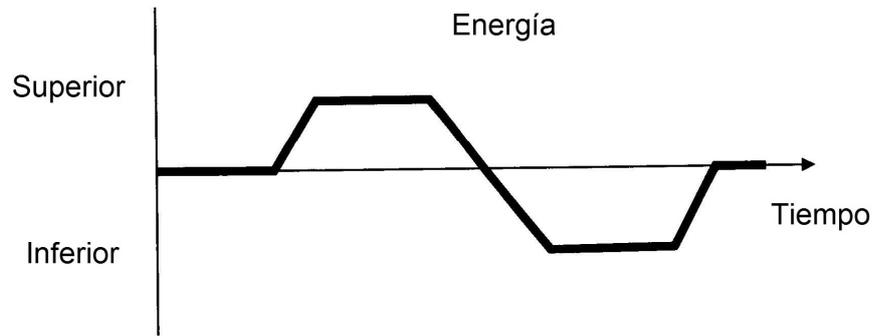


Fig. 6

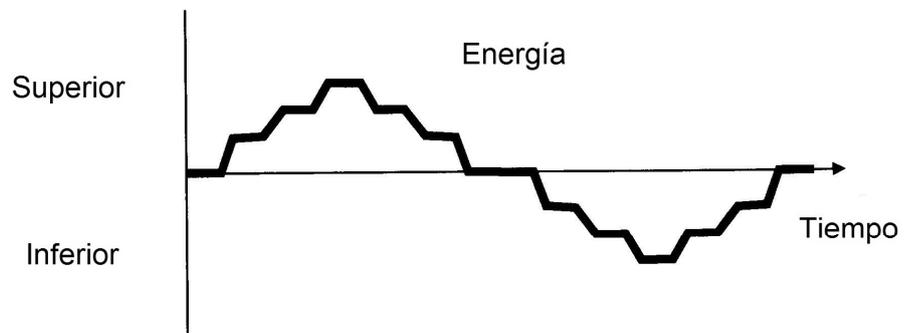


Fig. 7