

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 692**

51 Int. Cl.:

F03D 9/00 (2006.01)

F03D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2012** **E 12704665 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2670978**

54 Título: **Disposición de turbinas eólicas con una turbina eólica principal y al menos una turbina eólica secundaria**

30 Prioridad:

04.02.2011 DK 201170065

04.02.2011 US 201161439585 P

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

15.09.2015

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

ROSENVARD, PAW

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 545 692 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

Disposición de turbinas eólicas con una turbina eólica principal y al menos una turbina eólica secundaria

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una disposición de turbinas eólicas que comprende una turbina principal dispuesta para producir potencia para un receptor de potencia externo, tal como una red eléctrica, y al menos una turbina eólica secundaria dispuesta para producir potencia para uno o más sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal. La(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) funciona(n) preferiblemente como fuente de alimentación de reserva para suministrar potencia a al menos algunos de los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal, en el caso de que una fuente de alimentación principal para los sistemas internos que consumen potencia no funcione o se interrumpa. La disposición de turbinas eólicas de la invención es particularmente adecuada para su uso en una instalación de energía eólica en alta mar.

Antecedentes de la invención

En las turbinas eólicas modernas se requieren varios sistemas internos que consumen potencia con el fin de garantizar un funcionamiento apropiado y seguro de la turbina eólica. Tales sistemas incluyen, pero no se limitan a, sistemas de guiñada para hacer rotar la góndola de la turbina eólica con el fin de orientar las palas de turbina eólica portadas por la góndola de una manera deseada con respecto a la dirección del viento, sistemas de lubricación para partes móviles de la turbina eólica, tales como una disposición de engranajes, sistemas de paso para hacer rotar las palas de turbina eólica alrededor de un eje longitudinal de la pala, sistemas de control de la temperatura, tales como sistemas de refrigeración y sistemas de calentamiento, luz eléctrica, diversos sistemas de monitorización, diversos sensores, sistemas de control, etc.

Los sistemas internos que consumen potencia se alimentan normalmente mediante una fuente de alimentación externa, tal como una red eléctrica. Sin embargo, en el caso de que la fuente de alimentación externa no funcione o se interrumpa, los sistemas internos que consumen potencia ya no pueden funcionar. Dado que el funcionamiento apropiado de algunos de los sistemas internos que consumen potencia es vital para la turbina eólica, es necesario proporcionar una fuente de alimentación de reserva con el fin de poder suministrar potencia a los sistemas en el caso de que la fuente de alimentación externa no funcione o se interrumpa. Por ejemplo, es muy importante que las palas de la turbina eólica estén dispuestas en una posición en la que se minimizan las cargas sobre la turbina eólica, en particular las cargas laterales sobre las palas de turbina eólica, cuando el viento supera una velocidad de viento umbral dada. Por ejemplo, esta puede ser una posición a barlovento. Si no se garantiza, hay un riesgo de que se provoque daño a las palas de turbina eólica.

En algunas turbinas eólicas de la técnica anterior, se ha proporcionado una fuente de alimentación de reserva disponiendo un generador diésel en o cerca de la turbina eólica, produciendo el generador diésel potencia y suministrando la potencia producida a los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica. Una desventaja de usar un generador diésel con este fin es que el combustible usado para el generador diésel no es deseable desde el punto de vista del medio ambiente. Además, es necesario reabastecer combustible en el generador diésel con frecuencia. Para hacer esto, el personal debe acercarse a la turbina eólica. Esto es particularmente una desventaja en el caso de que la turbina eólica sea una turbina eólica en alta mar ya que, en este caso, es muy difícil y caro acercarse a la turbina eólica.

En otras turbinas eólicas de la técnica anterior, se ha proporcionado una fuente de alimentación de reserva permitiendo que turbinas eólicas adyacentes de un parque eólico se suministren potencia unas a otras. El documento WO 2010/031575 A2 da a conocer un parque de turbinas que comprende una pluralidad de turbinas individuales, que tienen cada una un circuito de componente auxiliar. El parque comprende además un transformador maestro dispuesto para acoplarse entre cada una de la pluralidad de turbinas individuales y una red eléctrica. El parque comprende además un transformador auxiliar acoplado entre el transformador de subestación y el circuito de componente auxiliar en cada una de las turbinas individuales. Cuando está en funcionamiento, se transmite potencia desde el transformador de subestación de vuelta a cada circuito de componente auxiliar.

El documento US 2011/025058 A1 describe un sistema integrado de dispositivos de almacenamiento de energía en comunicación para suministrar una fuente de alimentación alternativa a sistemas en funcionamiento para una turbina eólica.

Descripción de la invención

Un objeto de realizaciones de la invención es proporcionar una disposición de turbinas eólicas en la que se garantiza una fuente de alimentación de reserva a sistemas internos que consumen potencia sin requerir acceder el personal al lugar de la disposición de turbinas eólicas.

Un objeto adicional de realizaciones de la invención es proporcionar una disposición de turbinas eólicas que comprende una fuente de alimentación de reserva para sistemas internos que consumen potencia que no depende de un suministro de combustible.

Un objeto aún adicional de realizaciones de la invención es proporcionar un método para realizar operaciones de guiñada de una turbina eólica en el que se garantiza que las palas de turbina eólica pueden moverse a una posición segura, aunque no funcione o se interrumpa una fuente de alimentación principal para el sistema de guiñada.

Según un primer aspecto la invención proporciona una disposición de turbinas eólicas según la reivindicación 1.

- 5 En el presente contexto el término “disposición de turbinas eólicas” debe interpretarse como que significa una disposición que comprende una turbina eólica que está dispuesta para producir potencia hacia un receptor de potencia externo, tal como una red eléctrica, y que comprende además otras partes o componentes que actúan conjuntamente con la turbina eólica de producción de potencia durante el funcionamiento y/o que son esenciales para el funcionamiento apropiado de la turbina eólica de producción de potencia.
- 10 Por tanto, la disposición de turbinas eólicas comprende una turbina eólica principal y al menos una turbina eólica secundaria. La turbina eólica principal está dispuesta para producir potencia eléctrica, de una manera conocida en sí misma, y la turbina eólica principal está adaptada para suministrar la potencia eléctrica producida a un receptor de potencia externo. Por tanto, la turbina eólica principal es la turbina eólica de producción de potencia de la disposición de turbinas eólicas.
- 15 La turbina eólica principal comprende uno o más sistemas internos que consumen potencia. Tal sistema puede incluir, pero no se limita a, un sistema de guiñada, sistemas de lubricación para partes móviles, por ejemplo un sistema de engranajes, sistemas de calentamiento, sistemas de refrigeración, luz eléctrica, sistema de control, sistemas de monitorización, etc. Tal como se describió anteriormente, el funcionamiento apropiado de algunos de estos sistemas es esencial para minimizar el riesgo de daño a la turbina eólica principal. Por ejemplo, durante altas
- 20 velocidades de viento, es esencial que el sistema de guiñada pueda funcionar, con el fin de garantizar que las palas de turbina eólica están siempre colocadas en una posición óptima con respecto a la dirección del viento, por ejemplo directamente en barlovento o directamente en sotavento, con el fin de prevenir vibraciones laterales en las palas de turbina eólica.
- 25 Durante el funcionamiento normal de la turbina eólica principal, el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia puede(n) alimentarse mediante una fuente de alimentación externa principal, por ejemplo una red eléctrica. Sin embargo, en el caso de que la fuente de alimentación principal no funcione o se interrumpa, por ejemplo porque la disposición de turbinas eólicas se desconecta de la red eléctrica, por ejemplo debido a un fallo de un cable, se requiere una fuente de alimentación de reserva para al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia.
- 30 La disposición de turbinas eólicas comprende al menos una turbina eólica secundaria. De manera similar a la turbina eólica principal, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) está(n) dispuesta(s) para producir potencia eléctrica de una manera conocida en sí misma. La potencia eléctrica producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) se suministra a al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal, y la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) se desconecta(n) eléctricamente del receptor de potencia externo.
- 35 Por tanto, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) no produce(n) potencia eléctrica para el receptor de potencia externo. En vez de eso, la potencia eléctrica producida se suministra a al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal. Por consiguiente, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) funcionar como una fuente de alimentación de reserva para al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal.
- 40 La(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) es/son preferiblemente de una clase que no requiere potencia con el fin de producir potencia. Por ejemplo, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) ser turbina(s) eólica(s) de imanes permanentes sin funciones de guiñada o paso, o con una función de guiñada pasiva.
- 45 El hecho de que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) funcione(n) como una fuente de alimentación de reserva para el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal es una ventaja por los siguientes motivos. La fuente de alimentación de reserva es completamente independiente de fuentes de alimentación externas, tales como una red eléctrica o cableado. La fuente de alimentación de reserva no requiere reabastecer combustible, y por tanto puede funcionar de manera continua sin que personal acceda a la disposición de turbinas eólicas. La fuente de alimentación de reserva no se basa en combustibles fósiles, y por tanto es ventajosa desde el punto de vista del medio ambiente. Dado que siempre habrá viento disponible cuando más se necesite potencia de
- 50 reserva, es decir en condiciones de mucho viento, la fuente de alimentación de reserva es fiable.
- El receptor de potencia externo puede ser, o comprender, una red eléctrica, tal como una red eléctrica grande que forma parte de un sistema de fuente de alimentación público. Como alternativa, el receptor de potencia externo puede ser, o comprender, un sistema local más pequeño o una instalación grande que requiere su propia fuente de alimentación.
- 55 Tal como se describió anteriormente, el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia puede(n) incluir un sistema de guiñada. Un sistema de guiñada de una turbina eólica se usa para hacer rotar una góndola, que porta un conjunto de palas de turbina eólica, alrededor de un eje sustancialmente vertical con el fin de orientar las palas de turbina eólica con respecto a la dirección del viento. Con el fin de maximizar la producción de potencia, y con el fin

de minimizar el riesgo de daño a la turbina eólica, en particular a las palas de turbina eólica, por ejemplo debido a vibraciones laterales, las palas de turbina eólica deben orientarse normalmente o bien directamente en barlovento o bien directamente en sotavento. Por tanto es esencial que se suministre potencia al sistema de guiñada durante condiciones de viento intenso, tales como con altas velocidades de viento. Dado que es muy probable que la red eléctrica no funcione o se desconecte durante condiciones de viento intenso, se requiere una fuente de alimentación de reserva para el sistema de guiñada en el caso de que el sistema de guiñada se alimente normalmente mediante la red eléctrica.

De manera alternativa o adicional, el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia puede(n) incluir uno o más sistemas de lubricación para una o más partes móviles de la turbina eólica principal. La(s) parte(s) móvil(es) puede(n) formar parte, por ejemplo, de un sistema de engranajes o un sistema de cojinete de la turbina eólica principal. Según esta realización, se garantiza que la(s) parte(s) móvil(es) está(n) apropiadamente lubricada(s), aunque la fuente de alimentación principal del sistema de lubricación no funcione o se interrumpa. Además, para algunas partes móviles, tales como partes móviles de un sistema de engranajes grande de una turbina eólica, el sistema de lubricación también proporciona refrigeración para las partes móviles. En este caso, se garantiza adicionalmente que la(s) parte(s) móvil(es) se refrigera(n), aunque la fuente de alimentación principal no funcione o se interrumpa.

Tal como se mencionó anteriormente, el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal puede(n) comprender, de manera alternativa o adicional, cualquier otra clase adecuada de sistema que consume potencia, tal como sistemas de calentamiento, sistemas de refrigeración, luz eléctrica, sistema de control, sistemas de monitorización, etc.

De manera alternativa o adicional, el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia puede(n) incluir uno o más dispositivos de almacenamiento de potencia, tales como una batería recargable, una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS), un condensador, un dispositivo de almacenamiento de potencia mecánica, tal como un resorte o un material deformable, etc. Según esta realización, al menos parte de la potencia producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede almacenarse en el/los dispositivo(s) de almacenamiento de potencia, y la potencia almacenada puede usarse posteriormente como una fuente de alimentación de reserva para al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal. En el caso de que el/los dispositivo(s) de almacenamiento de potencia sea(n), o comprenda(n), un condensador, el condensador puede acoplarse directamente a un mecanismo de accionamiento de una bomba de lubricación de engranajes en la turbina eólica principal. Siempre que una pérdida de red eléctrica afecte a la entrada al mecanismo de accionamiento de la bomba de lubricación de engranajes, el condensador proporcionará la potencia necesaria para continuar la lubricación y refrigeración de la caja de engranajes, durante la transición desde la producción de potencia de turbina eólica completa hasta la parada o durante una pérdida de red eléctrica corta hasta que se recupere la red eléctrica.

Los dispositivos de almacenamiento de potencia sólo se cargarán cuando esté disponible la red eléctrica o esté disponible otro suministro de reserva auxiliar, por ejemplo de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s).

Tal como se mencionó anteriormente, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) formar una fuente de alimentación de reserva para una fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia. La fuente de alimentación principal puede ser, por ejemplo, una red eléctrica, o puede ser otra clase de fuente de potencia local. La(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) funcionar únicamente como fuente de alimentación de reserva, en cuyo caso se deshabilita(n) durante el funcionamiento normal de la disposición de turbinas eólicas y/o cuando la fuente de alimentación principal funciona de manera apropiada. Como alternativa, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) estar dispuesta(s) adicionalmente para suministrar potencia a al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal durante el funcionamiento normal de la disposición de turbinas eólicas, además de funcionar como fuente de alimentación de reserva. De ese modo puede minimizarse la necesidad de potencia externa para la disposición de turbinas eólicas. Finalmente, puede contemplarse que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) constituye(n) la única fuente de alimentación al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal.

Cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede comprender un mecanismo de frenado dispuesto para impedir que la turbina eólica secundaria produzca potencia cuando el mecanismo de frenado está en un estado activado, el/los mecanismo(s) de frenado de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) estar en un estado activado durante el funcionamiento normal de la turbina eólica principal, y el/los mecanismo(s) de frenado puede(n) moverse a un estado desactivado en el caso de que se interrumpa la fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia.

Según esta realización, se impide que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) produzca(n) potencia durante el funcionamiento normal de la turbina eólica principal, y siempre que la fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia suministre realmente potencia. Por consiguiente, la fuente de alimentación principal es la única fuente de alimentación al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia durante el funcionamiento normal de la disposición de turbinas eólicas. Sin embargo, en el caso de que la fuente de alimentación principal no funcione o se interrumpa, el mecanismo de frenado de cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) se mueve a un estado desactivado, y de ese modo se permite que la(s) turbina(s) eólica(s)

secundaria(s) produzca(n) potencia. Por consiguiente, la fuente de alimentación de reserva se activa automáticamente en el caso de que la fuente de alimentación principal no funcione o se interrumpa, es decir en el caso de que se requiera la fuente de alimentación de reserva.

- 5 El/los mecanismo(s) de frenado puede(n) ser, por ejemplo, freno(s) eléctrico(s) de la clase que sujetan una parte móvil de la turbina eólica secundaria siempre que se suministre potencia al mecanismo de frenado, y que se libera automáticamente cuando ya no se suministra potencia al mecanismo de frenado.

Según una realización, la potencia producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede ser insuficiente para suministrar a cada uno del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal. En este caso, es necesario priorizar el uso de la potencia disponible con el fin de garantizar que las funciones esenciales pueden funcionar, mientras que se deshabilitan las funciones menos importantes. Por ejemplo, el sistema de control y/o los sistemas de monitorización, tales como sensores de viento, álabes eólicos, monitores de guiñada, etc., de la turbina eólica principal pueden considerarse como los sistemas internos que consumen potencia más esenciales de la turbina eólica principal, dado que proporcionan información referente a si la turbina eólica principal funciona apropiadamente o no y/o si hay un riesgo de daño a uno o más componentes de la turbina eólica principal o no. Por consiguiente, en primer lugar y ante todo puede suministrarse potencia a tales sistemas. Cuando se ha garantizado que al sistema de control y a los sistemas de monitorización relevantes se les proporciona suficiente potencia, la potencia disponible adicional puede suministrarse ventajosamente al sistema de guiñada con el fin de permitir mover las palas de turbina eólica a una posición deseada, minimizando así el riesgo de daño a las palas de turbina eólica. Sin embargo, una vez que se ha realizado una operación de guiñada de la góndola hasta una posición deseada, y la dirección del viento no cambia, el sistema de guiñada ya no requiere potencia, y la potencia disponible puede dirigirse a otros sistemas internos que consumen potencia, tales como sistemas de lubricación, sistemas de calentamiento, sistemas de refrigeración, etc., tal como se describió anteriormente. De manera alternativa o adicional, puede almacenarse la potencia disponible en un dispositivo de almacenamiento de potencia tal como se describió anteriormente, y usarse en un momento posterior cuando los requisitos de potencia del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal pueden superar la potencia producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s).

La turbina eólica principal y la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) estar montada(s) sobre una estructura de montaje común. La estructura de montaje común puede ser, o comprender, por ejemplo, una plataforma en alta mar conectada a unos cimientos en alta mar y que portan la turbina eólica principal así como la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s). De manera alternativa o adicional, la estructura de montaje común puede ser, o comprender, unos cimientos comunes. Según esta realización, al menos la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) montarse previamente en la estructura de montaje común, en cuyo caso la estructura de montaje común, junto con la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s), se entrega como una unidad al sitio de funcionamiento de la disposición de turbinas eólicas. Como alternativa, la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede(n) disponerse junto a la turbina eólica principal, o puede(n) montarse en la turbina eólica principal.

La disposición de turbinas eólicas puede comprender al menos dos turbinas eólicas secundarias. Según esta realización, la fuente de alimentación constituida por las turbinas eólicas secundarias es redundante en el sentido de que si una de las turbinas eólicas secundarias no funciona o está averiada, o por algún otro motivo no puede extraer potencia del viento disponible, una de la(s) otra(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) podrá muy probablemente proporcionar la potencia requerida al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal.

Las turbinas eólicas secundarias pueden disponerse con respecto a la turbina eólica principal y unas con respecto a otras de tal manera que al menos una turbina eólica secundaria está dispuesta fuera de la estela o el abrigo de la turbina eólica principal, en cualquier dirección del viento. En el caso de que la turbina eólica principal sea significativamente mayor que las turbinas eólicas secundarias, una turbina eólica secundaria puede muy fácilmente estar dispuesta al abrigo de la torre de la turbina eólica principal cuando el viento dominante se da en una dirección específica. De manera alternativa o adicional, otras partes de la turbina eólica principal pueden crear una estela o abrigo con respecto a las turbinas eólicas secundarias. Sin embargo, distribuyendo las turbinas eólicas secundarias circunferencialmente con respecto a la torre de la turbina eólica principal, puede garantizarse que, independientemente de la dirección del viento, al menos una de las turbinas eólicas secundarias estará dispuesta fuera de la estela o el abrigo de la turbina eólica principal, y de ese modo podrá extraer energía del viento y producir la potencia requerida.

Según una realización preferida, la disposición de turbinas eólicas comprende cuatro turbinas eólicas secundarias que están distribuidas circunferencialmente de manera uniforme con respecto a la torre de la turbina eólica principal. Según esta realización, se garantiza que independientemente de la dirección del viento, al menos dos turbinas eólicas secundarias estarán dispuestas en una posición en la que pueden extraer energía del viento. De ese modo se proporciona redundancia, en cualquier dirección del viento, garantizando así que puede producirse potencia mediante las turbinas eólicas secundarias, aunque una de las turbinas eólicas secundarias no funcione o esté averiada.

60 Al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede ser una turbina eólica de eje vertical (VAWT). Una

turbina eólica de eje vertical es una turbina eólica en la que un rotor rota alrededor de un eje sustancialmente vertical en respuesta a viento que actúa sobre la turbina eólica. Una ventaja de usar una turbina eólica de eje vertical como turbina eólica secundaria para la disposición de turbinas eólicas según la invención es que las turbinas eólicas de eje vertical pueden normalmente extraer energía del viento de cualquier dirección, sin requerir operaciones de guiñada.

- 5 De manera alternativa o adicional, al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) puede ser una turbina eólica de eje horizontal (HAWT). Una turbina eólica de eje horizontal es una turbina eólica en la que un rotor rota alrededor de un eje sustancialmente horizontal en respuesta a viento que actúa sobre la turbina eólica. Las turbinas eólicas de eje horizontal comprenden normalmente un conjunto de palas de turbina eólica, con frecuencia tres palas de turbina eólica, dispuestas para extraer energía del viento. En las turbinas eólicas de eje horizontal, se necesita orientar las palas de turbina eólica con respecto a la dirección del viento, tal como se describió anteriormente. Por consiguiente, se necesitan operaciones de guiñada.

- 10 Todas las turbinas eólicas secundarias pueden ser turbinas eólicas de eje vertical. Como alternativa, todas las turbinas eólicas secundarias pueden ser turbinas eólicas de eje horizontal. Como otra alternativa, algunas de las turbinas eólicas secundarias pueden ser turbinas eólicas de eje vertical, y algunas de las turbinas eólicas secundarias pueden ser turbinas eólicas de eje horizontal.

- 15 Al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) está dispuesta para funcionar como sensor de viento. Según esta realización, no es necesario aplicar un sensor de viento separado para medir la velocidad del viento y/o la dirección del viento, al menos cuando la disposición de turbinas eólicas se hace funcionar de tal manera que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) proporciona(n) potencia de reserva para el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal. De ese modo no es necesario producir potencia para hacer funcionar tal sensor de viento separado en estas circunstancias.

- 20 La turbina eólica principal puede tener una potencia nominal que es significativamente superior a la potencia nominal de cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s). Según esta realización, la turbina eólica principal es significativamente mayor que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s), en cuanto a la producción de potencia así como en cuanto a las dimensiones físicas.

Según un segundo aspecto la invención proporciona un método según la reivindicación 13.

Debe indicarse que un experto en la técnica reconocerá fácilmente que cualquier característica descrita en combinación con el primer aspecto de la invención también puede describirse en combinación con el segundo aspecto de la invención, y viceversa.

- 30 Debe indicarse que no se descarta que la potencia producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) se use adicionalmente para alimentar otros sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal, tal como se describió anteriormente con referencia al primer aspecto de la invención.

- 35 La etapa de permitir que las turbinas eólicas secundarias suministren potencia al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia puede comprender desactivar un mecanismo de frenado de cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s), permitiendo así que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) produzca(n) potencia. Según esta realización, se impide que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) produzca(n) potencia siempre que la fuente de alimentación principal suministre potencia al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal, y la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) comienza(n) a producir potencia cuando se detecta que se ha interrumpido la fuente de alimentación principal. El/los mecanismo(s) de frenado puede(n) ser de una clase que se conmuta manualmente entre un estado activado y uno desactivado, o que se conmuta entre los estados en respuesta a una señal generada mediante un mecanismo de detección. Como alternativa, el/los mecanismo(s) de frenado puede(n) ser de una clase que se conmuta de manera automática y directa a un estado desactivado cuando se interrumpe la fuente de alimentación principal. Esto se obtiene, por ejemplo, usando mecanismos de frenado eléctricos.

- 45 El método comprende además la etapa de medir la velocidad del viento por medio de una o más de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s). Según esta realización, al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) funciona como sensor de viento, tal como se describió anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá la invención con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos en los que

- 50 la figura 1 es una vista en perspectiva de una disposición de turbinas eólicas según una primera realización de la invención,

la figura 2 es una vista en perspectiva de la disposición de turbinas eólicas de la figura 1 desde un ángulo diferente,

la figura 3 muestra un detalle de la disposición de turbinas eólicas de las figuras 1 y 2,

la figura 4 es una plataforma para la disposición de turbinas eólicas de las figuras 1-3,

la figura 5 muestra un detalle de una disposición de turbinas eólicas según una segunda realización de la invención,

la figura 6 es una plataforma para la disposición de turbinas eólicas de la figura 5, y

la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra sistemas eléctricos internos que consumen potencia de una disposición de turbinas eólicas según una realización de la invención.

5 Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de una disposición de turbinas eólicas 1 según una primera realización de la invención. La disposición de turbinas eólicas 1 comprende una turbina eólica principal 2 que comprende una torre 3 y una góndola 4 que porta un rotor con tres palas de turbina eólica 5. La torre 3 de la turbina eólica principal 2 está montada sobre una plataforma 6 que también tiene cuatro turbinas eólicas secundarias 7a, 7b, tres de las cuales pueden verse, montadas sobre la misma. Dos de las turbinas eólicas secundarias 7a son turbinas eólicas de eje horizontal (HAWT), y dos de las turbinas eólicas secundarias 7b, una de las cuales puede verse, son turbinas eólicas de eje vertical (VAWT). La plataforma 6 está dispuesta sobre unos cimientos en alta mar 8. Por tanto, la disposición de turbinas eólicas 1 está dispuesta en alta mar.

La turbina eólica principal 2 está adaptada para producir potencia eléctrica hacia una red eléctrica. Las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b están desconectadas de la red eléctrica. En vez de eso, la potencia eléctrica producida por las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b se suministra a uno o más sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2, por ejemplo sistema de guiñada, sistema de control, sistemas de monitorización, sistemas de calentamiento, sistemas de refrigeración, sistemas de lubricación, luz eléctrica, etc.

La disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 1 puede funcionar de la siguiente manera. Durante el funcionamiento normal, la turbina eólica principal 2 convierte energía del viento en potencia eléctrica que se suministra a la red eléctrica. Los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2 reciben suministro desde una fuente de alimentación principal externa, por ejemplo la red eléctrica. Las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b pueden estar dotadas de frenos eléctricos que están en un estado activado, es decir que puede impedirse que produzcan potencia. Alternativamente, puede permitirse que una o más de las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b produzca potencia para algunos de los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2 y/o para un dispositivo de almacenamiento de potencia, tal como una batería recargable, una UPS o un condensador.

En el caso de que se pierda la conexión a la red eléctrica, se interrumpe la fuente de alimentación a los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2. La interrupción de la fuente de alimentación provoca que se liberen los frenos eléctricos de la turbina eólica secundaria 7a, 7b, es decir se permite que las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b produzcan potencia. Por consiguiente, las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b funcionan como fuente de alimentación de reserva para la fuente de alimentación principal hacia los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2.

Las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b están distribuidas circunferencialmente de manera sustancialmente uniforme alrededor de la torre 3 de la turbina eólica principal 2. De ese modo se garantiza que, independientemente de la dirección del viento, al menos dos de las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b estarán fuera del abrigo de la torre 3 de la turbina eólica principal 2, y de ese modo podrán captar el viento y producir potencia eléctrica. Más particularmente, al menos una turbina eólica de eje horizontal 7a y al menos una turbina eólica de eje vertical 7b estarán fuera del abrigo de la torre 3. Por consiguiente, se garantiza que puede producirse potencia de reserva, independientemente de la dirección del viento, y aunque una de las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b no funcione o esté averiada.

Una ventaja de usar turbinas eólicas de eje vertical como turbinas eólicas secundarias 7b es que pueden captar viento desde cualquier dirección, es decir no se requieren operaciones de guiñada con el fin de permitir que las turbinas eólicas 7b produzcan potencia eléctrica.

Una o más de las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b funcionan además como sensor de viento. En este caso la disposición de turbinas eólicas 1 puede funcionar de la siguiente manera. Durante el funcionamiento normal, la turbina eólica principal 2 produce potencia eléctrica tal como se describió anteriormente. En el caso en el que se interrumpe la conexión a la red eléctrica, se desactivan los mecanismos de frenado de las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b. En el caso en el que la velocidad del viento es muy lenta, las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b no comenzarán inmediatamente a suministrar potencia eléctrica a los sistemas internos que consumen potencia. Sin embargo, dado que los mecanismos de frenado están desactivados, las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b pueden rotar. A partir de la potencia producida por las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b, puede deducirse la velocidad del viento. Cuando la velocidad del viento alcanza un valor umbral especificado, la potencia producida por las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b se suministra a al menos algunos de los sistemas internos que consumen potencia de la turbina eólica principal 2. Tal como se describió anteriormente, el suministro de potencia puede priorizarse de tal manera que las funciones más importantes reciben potencia antes que las funciones menos importantes.

Debe indicarse que aunque la disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 1 comprende dos turbinas eólicas de eje horizontal 7a y dos turbinas eólicas de eje vertical 7b, queda dentro del alcance de la presente invención que todas

las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b puedan ser turbinas eólicas de eje horizontal o que todas las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b puedan ser turbinas eólicas de eje vertical. También queda dentro del alcance de la presente invención que la disposición de turbinas eólicas 1 pueda comprender más o menos turbinas eólicas secundarias 7a, 7b.

- 5 La figura 2 es una vista en perspectiva de la disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 1, vista desde un ángulo diferente. Por tanto, en la figura 2 pueden verse claramente los cimientos en alta mar 8.

La figura 3 es un detalle de la disposición de turbinas eólicas 1 de las figuras 1 y 2. En la figura 3 se muestran claramente la plataforma 6 y las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b. Además, las cuatro turbinas eólicas secundarias 7a, 7b son visibles, y pueden verse sus posiciones sobre la plataforma 6.

- 10 La figura 4 es una vista en perspectiva de una plataforma 6 para la disposición de turbinas eólicas de las figuras 1-3. Tal como se describió anteriormente, la plataforma 6 porta las cuatro turbinas eólicas secundarias 7a, 7b. Además, una pieza de conexión 9 está montada sobre la plataforma 6. La pieza de conexión 9 se usa para montar la torre de la turbina eólica principal sobre la plataforma 6.

- 15 Las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b y la pieza de conexión 9 pueden montarse sobre la plataforma 6 en un centro de fabricación, y la plataforma, junto con las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b y la pieza de conexión 9, puede transportarse al sitio de funcionamiento de la disposición de turbinas eólicas como una unidad. En este caso las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b se ensamblan en el centro de fabricación, y puede proporcionarse el cableado relevante entre las turbinas eólicas secundarias 7a, 7b y la pieza de conexión 9. De ese modo es más fácil ensamblar la disposición de turbinas eólicas en el sitio de funcionamiento, y las turbinas eólicas secundarias 7 así como el cableado pueden someterse a prueba antes de transportar la plataforma 6 al sitio de funcionamiento.

- 20 La figura 5 muestra un detalle de una disposición de turbinas eólicas 1 según una segunda realización de la invención. La disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 5 es muy similar a la disposición de turbinas eólicas 1 de las figuras 1-3, y por tanto no se describirá en detalle en el presente documento. Por tanto, la disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 5 comprende una turbina eólica principal, de la que sólo la torre 3 es visible, y cuatro turbinas eólicas secundarias 7a, 7c. Las turbinas eólicas secundarias 7a, 7c y la torre 3 de la turbina eólica principal están montadas sobre una plataforma 6 que a su vez está montada sobre unos cimientos en alta mar 8.

- 25 En la disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 5, dos de las turbinas eólicas secundarias 7a son turbinas eólicas de eje horizontal (HAWT) idénticas a las de la disposición de turbinas eólicas 1 de las figuras 1-3. Las otras dos turbinas eólicas secundarias 7c son turbinas eólicas de eje vertical (VAWT), pero de una clase diferente de las usadas en la disposición de turbinas eólicas 1 de las figuras 1-3.

- 30 La figura 6 es una vista en perspectiva de una plataforma 6 para la disposición de turbinas eólicas 1 de la figura 5. De manera similar a la plataforma 6 de la figura 4, la plataforma 6 de la figura 6 tiene las cuatro turbinas eólicas secundarias 7a, 7c y una pieza de conexión 9 montadas sobre la misma. Por consiguiente, las turbinas eólicas secundarias 7a, 7c y la pieza de conexión 9 pueden montarse sobre la plataforma 6 en un centro de fabricación, y la plataforma 6 puede transportarse al sitio de funcionamiento de la disposición de turbinas eólicas junto con las turbinas eólicas secundarias 7a, 7c, la pieza de conexión 9 como una única unidad, tal como se describió anteriormente con referencia a la figura 4.

- 35 La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra sistemas eléctricos internos que consumen potencia de una disposición de turbinas eólicas según una realización de la invención. La disposición de turbinas eólicas comprende una turbina eólica principal y una o más turbinas eólicas secundarias 7, y puede ser, por ejemplo, de la clase ilustrada en las figuras 1-3 o de la clase ilustrada en la figura 5.

- 40 La turbina eólica principal comprende un generador 11 que está conectado a una red eléctrica 10, y varios otros generadores de turbinas eólicas 11' también están conectados a la red eléctrica 10. Por consiguiente, la turbina eólica principal produce potencia por medio del generador 11, y suministra la potencia producida a la red eléctrica 10.

- 45 La turbina eólica principal comprende varios sistemas internos que consumen potencia, que en la figura 7 están en forma de una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) 12, un sistema de calentamiento de armario 13, un engranaje de giro 14, sistemas de lubricación 15 y un sistema de guiñada 16. Cada uno de los sistemas internos que consumen potencia 12, 13, 14, 15, 16 puede conectarse a o desconectarse de un sistema de distribución de potencia 17, mediante respectivos interruptores 18, 19, 20, 21, 22. De ese modo es posible controlar si un sistema interno que consume potencia 12, 13, 14, 15, 16 dado recibe potencia o no.

- 50 En condiciones de funcionamiento normal, el sistema de distribución de potencia 17 está conectado a la red eléctrica 10 mediante un interruptor 23. Por tanto, los sistemas internos que consumen potencia 12, 13, 14, 15, 16 reciben potencia de la red eléctrica 10. Mecanismos de frenado de las turbinas eólicas secundarias 7 pueden estar en un estado activado en esta situación, tal como se describió anteriormente.

En el caso en el que la disposición de turbinas eólicas se desconecta de la red eléctrica 10, ilustrado por estar el

interruptor 23 en un estado abierto, se activan las turbinas eólicas secundarias 7 tal como se describió anteriormente. Por consiguiente, el sistema de distribución de potencia 17 recibe potencia producida por las turbinas eólicas secundarias 7, y los sistemas internos que consumen potencia 12, 13, 14, 15, 16 se alimentan por medio de las turbinas eólicas secundarias 7, que de ese modo funcionan como una fuente de alimentación de reserva.

- 5 Un ejemplo de funcionamiento de la disposición de turbinas eólicas durante la interrupción de la conexión a la red eléctrica 10 puede ser de la siguiente manera.

Nada de viento o velocidad del viento muy baja: Todos los interruptores 18, 19, 20, 21, 22 están en un estado abierto, es decir ninguno de los sistemas internos que consumen potencia 12, 13, 14, 15, 16 están funcionando, pero los mecanismos de frenado de las turbinas eólicas secundarias se han liberado.

- 10 La velocidad del viento aumenta: Las turbinas eólicas secundarias 7 comienzan a producir potencia limitada. El interruptor 18 se mueve a un estado cerrado, permitiendo así que la UPS 12 se cargue.

La velocidad del viento aumenta adicionalmente: La potencia producida por las turbinas eólicas secundarias 7 aumenta. El controlador de turbina arranca con una funcionalidad limitada, tal como detección de viento y controlador de guiñada.

- 15 La velocidad del viento alcanza el límite de producción completo para las turbinas eólicas secundarias 7: La turbina eólica principal podrá someterse a una operación de guiñada para corregir la posición. Por tanto el interruptor 22 se mueve a una posición cerrada, permitiendo que el sistema de guiñada 16 reciba potencia.

Cuando se ha realizado una operación de guiñada de la turbina eólica principal a la posición correcta con respecto a la dirección del viento, otros sistemas internos que consumen potencia se alimentarán según el siguiente esquema:

- 20
1. Carga de UPS/fuentes de reserva 12
 2. Calentamiento de armario eléctrico 13
 3. Giro de engranaje/generador 14
 4. Lubricación de engranaje/generador 15
 5. Calentamiento de góndola
- 25
6. Acumulación de presión en bomba de paso.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de turbinas eólicas (1) que comprende:
 - una turbina eólica principal (2) dispuesta para producir potencia eléctrica, estando dicha turbina eólica principal (2) adaptada para suministrar potencia eléctrica producida a un receptor de potencia externo, y comprendiendo dicha turbina eólica principal (2) uno o más sistemas internos que consumen potencia,
 - al menos una turbina eólica secundaria (7a, 7b) dispuesta para producir potencia eléctrica, estando dicha(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) adaptada(s) para suministrar potencia eléctrica producida a al menos algunos del/de los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal (2), y estando dicha(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) eléctricamente desconectada(s) del receptor de potencia externo,
 - en la que al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) está dispuesta para funcionar como sensor de viento.
2. Disposición de turbinas eólicas (1) según la reivindicación 1, en la que el receptor de potencia externo es, o comprende, una red eléctrica.
3. Disposición de turbinas eólicas (1) según la reivindicación 1 ó 2, en la que el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia incluye(n) un sistema de guiñada.
4. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia incluye(n) uno o más sistemas de lubricación para una o más partes móviles de la turbina eólica principal.
5. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el/los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia incluye(n) uno o más dispositivos de almacenamiento de potencia.
6. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) forma(n) una fuente de alimentación de reserva para una fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia.
7. Disposición de turbinas eólicas (1) según la reivindicación 6, en la que cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) comprende un mecanismo de frenado dispuesto para impedir que la turbina eólica secundaria (7a, 7b) produzca potencia cuando el mecanismo de frenado está en un estado activado, en la que el/los mecanismo(s) de frenado de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) está(n) en un estado activado durante el funcionamiento normal de la turbina eólica principal, y en la que el/los mecanismo(s) de frenado se mueve(n) a un estado desactivado en el caso de que se interrumpa la fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia.
8. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la turbina eólica principal (2) y la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) está(n) montada(s) sobre una estructura de montaje común (6).
9. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la disposición de turbinas eólicas al menos dos turbinas eólicas secundarias (7a, 7b).
10. Disposición de turbinas eólicas (1) según la reivindicación 9, en la que las turbinas eólicas secundarias (7a, 7b) están dispuestas con respecto a la turbina eólica principal (2) y unas con respecto a otras de tal manera que al menos una turbina eólica secundaria (7a, 7b) está dispuesta fuera de la estela o el abrigo de la turbina eólica principal, en cualquier dirección del viento.
11. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7b) es una turbina eólica de eje vertical (VAWT).
12. Disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que al menos una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a) es una turbina eólica de eje horizontal (HAWT).
13. Método para realizar una operación de guiñada en una turbina eólica principal (2) de una disposición de turbinas eólicas (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método las etapas de:
 - detectar una interrupción de una fuente de alimentación principal al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal,
 - permitir que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) suministre(n) potencia al/a los sistema(s)

interno(s) que consume(n) potencia de la turbina eólica principal en respuesta a la detección de una interrupción de la fuente de alimentación principal,

- usar potencia producida por la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b) para realizar la operación de guiñada de la turbina eólica principal con el fin de colocar la turbina eólica principal (2) en una posición segura, y

- medir la velocidad del viento por medio de una o más de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) (7a, 7b).

14. Método según la reivindicación 13, en la que la etapa de permitir que las turbinas eólicas secundarias (7a, 7b) suministren potencia al/a los sistema(s) interno(s) que consume(n) potencia comprende desactivar un mecanismo de frenado de cada una de la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s), permitiendo así que la(s) turbina(s) eólica(s) secundaria(s) produzca(n) potencia.

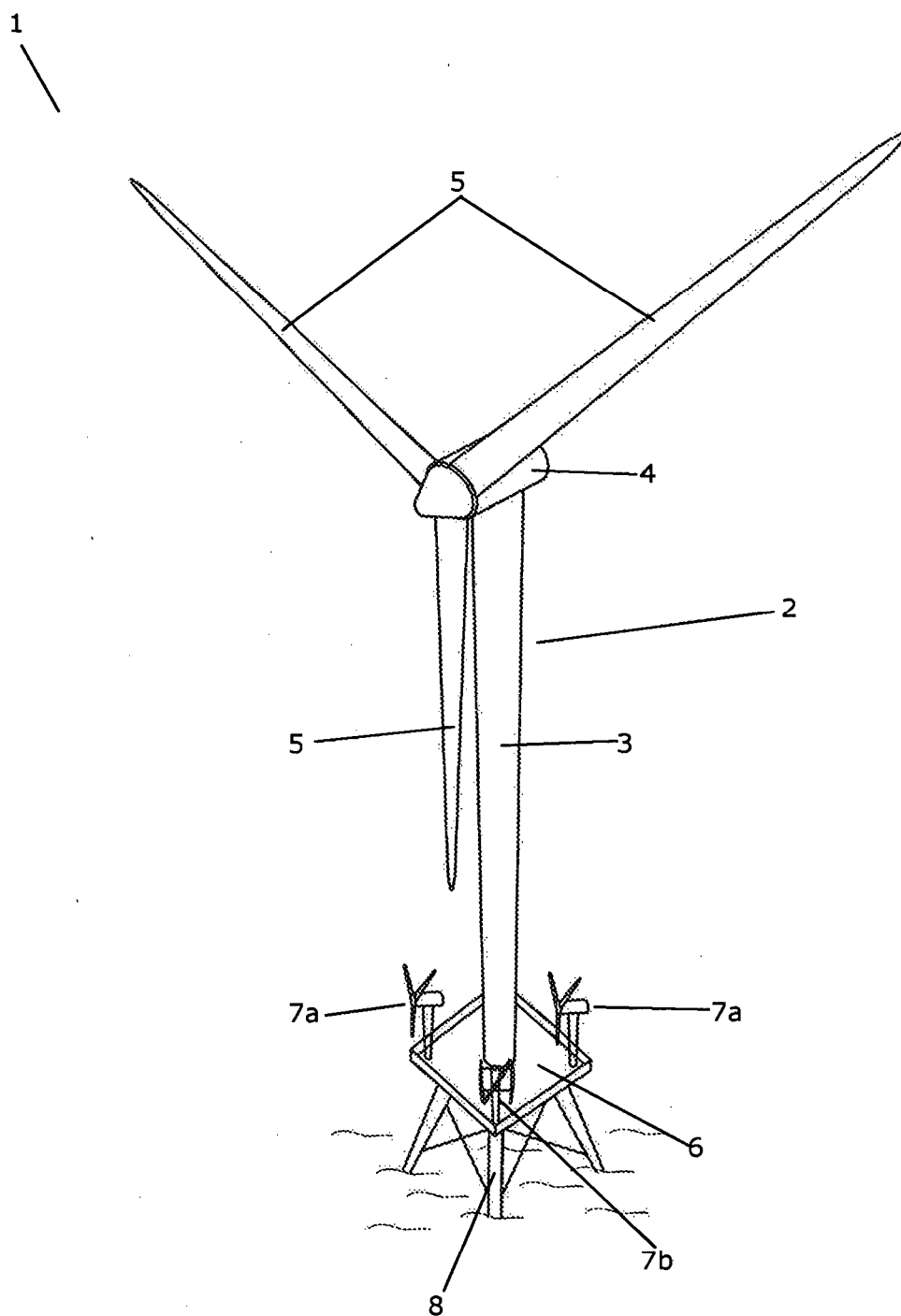


Fig. 1

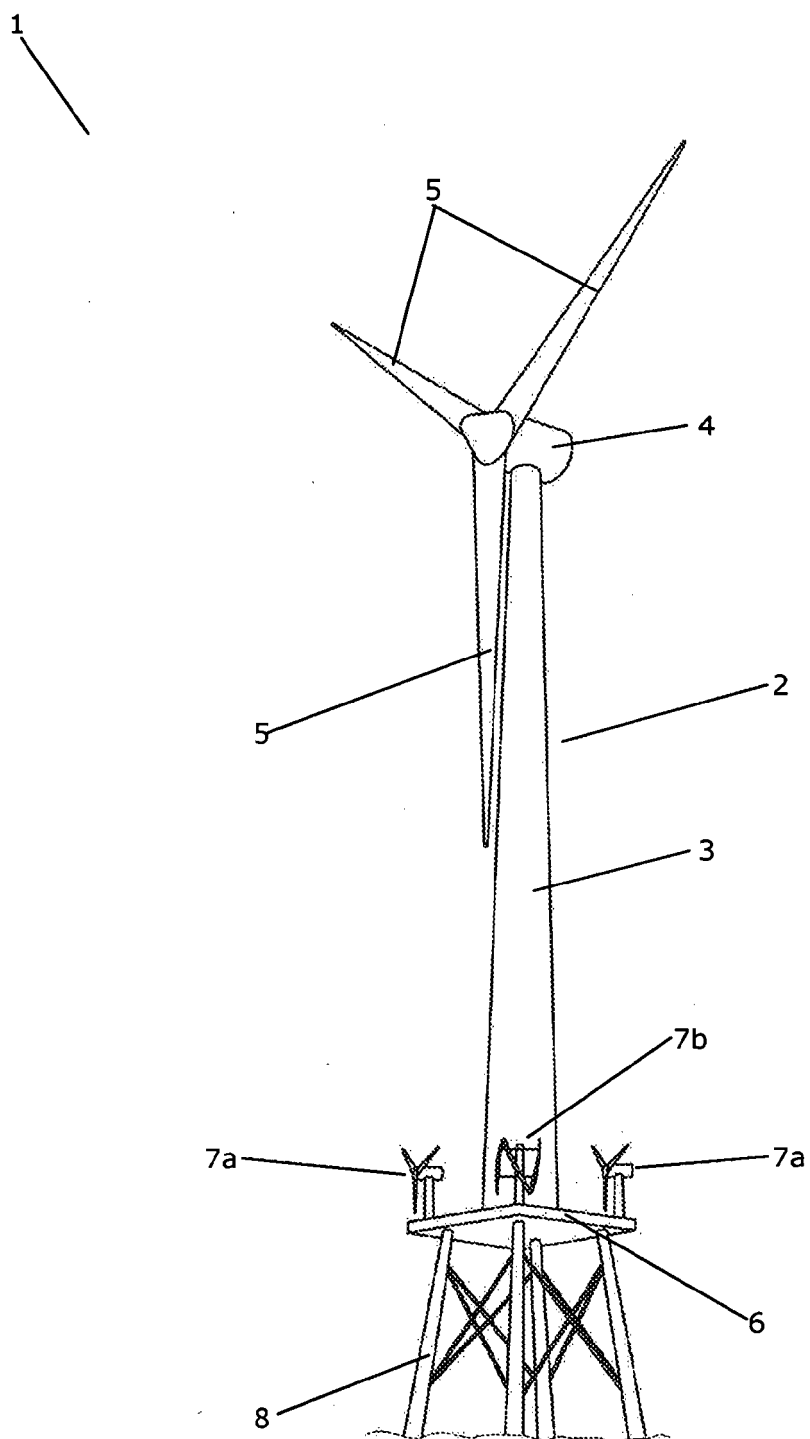


Fig. 2

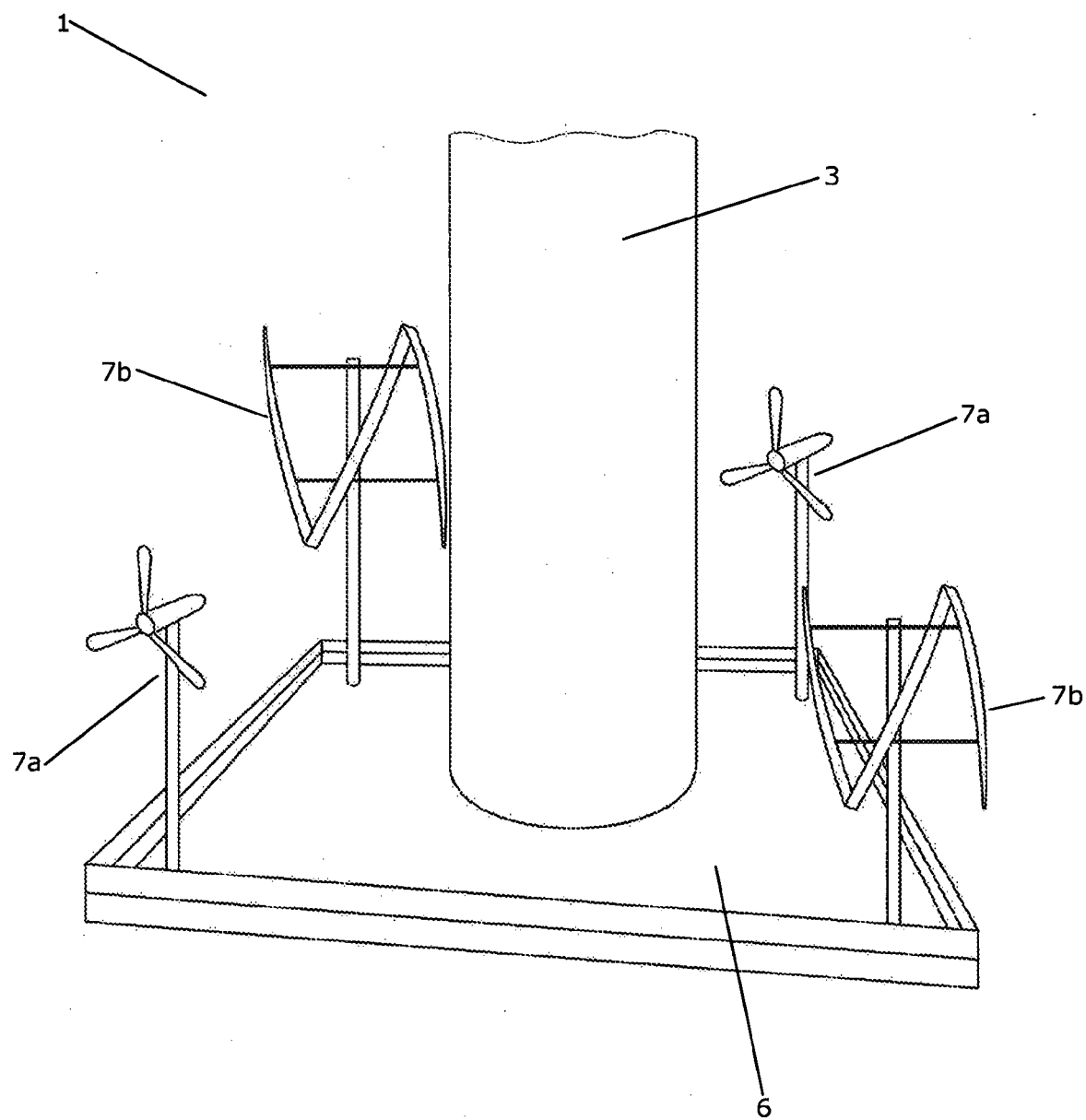


Fig. 3

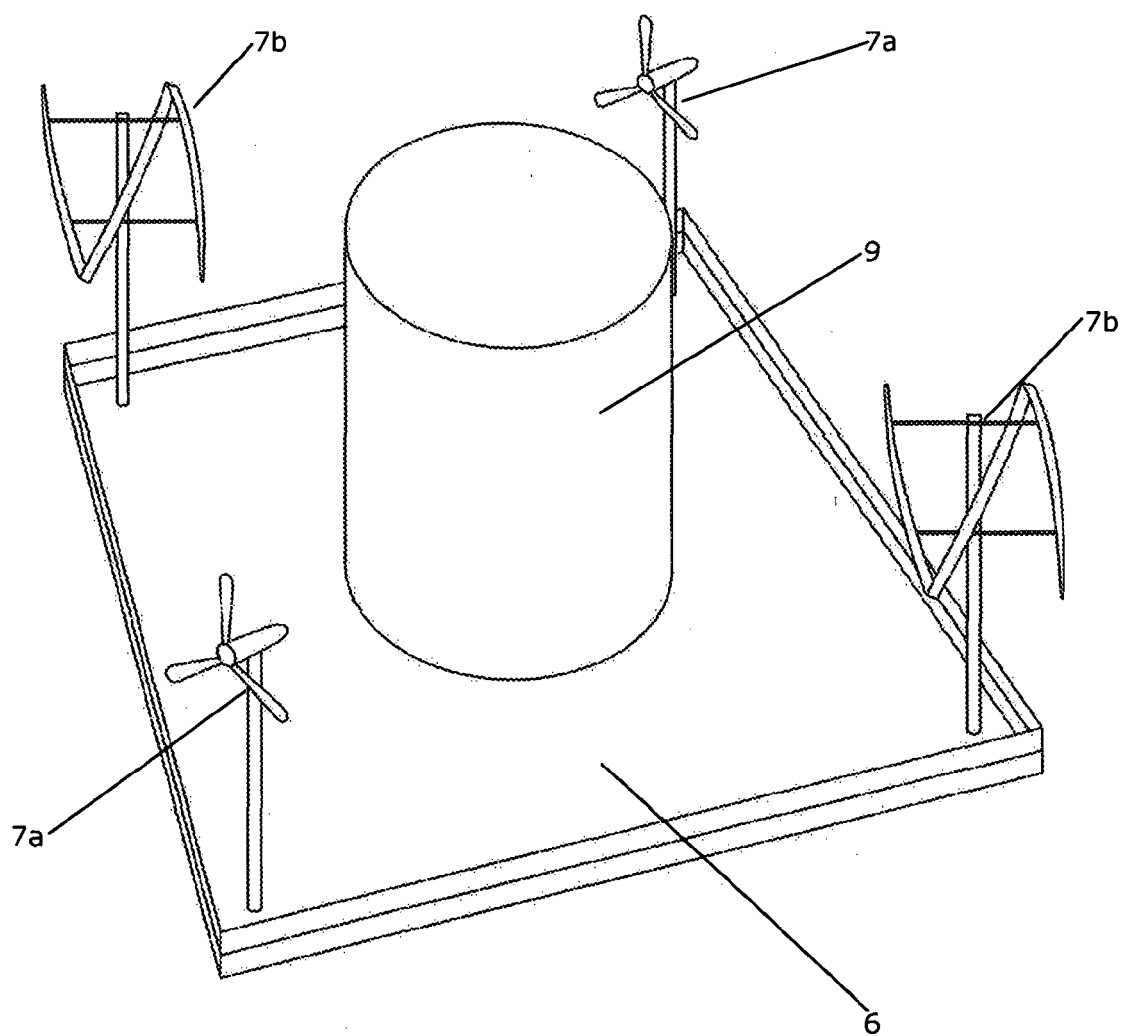


Fig. 4

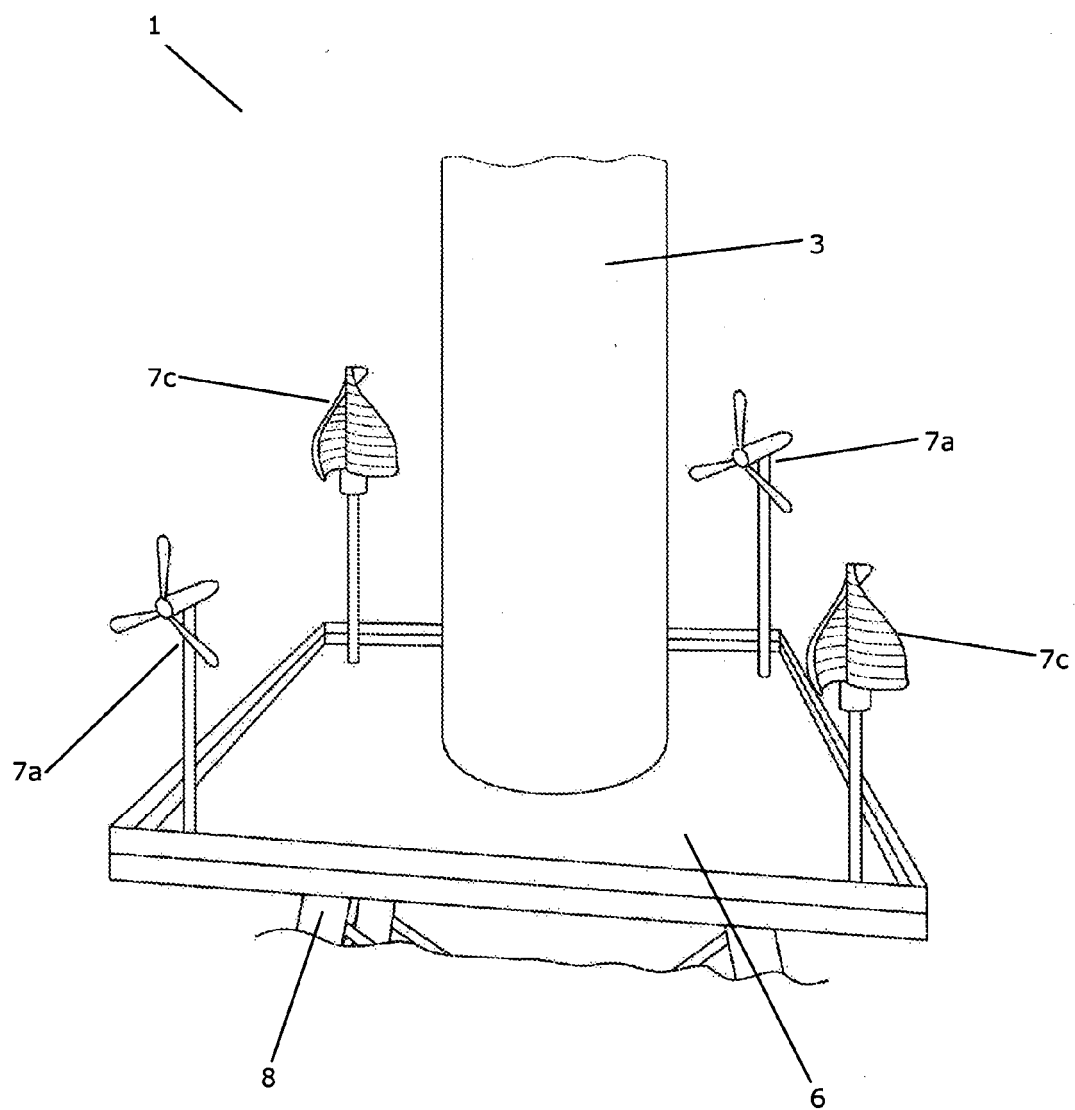


Fig. 5

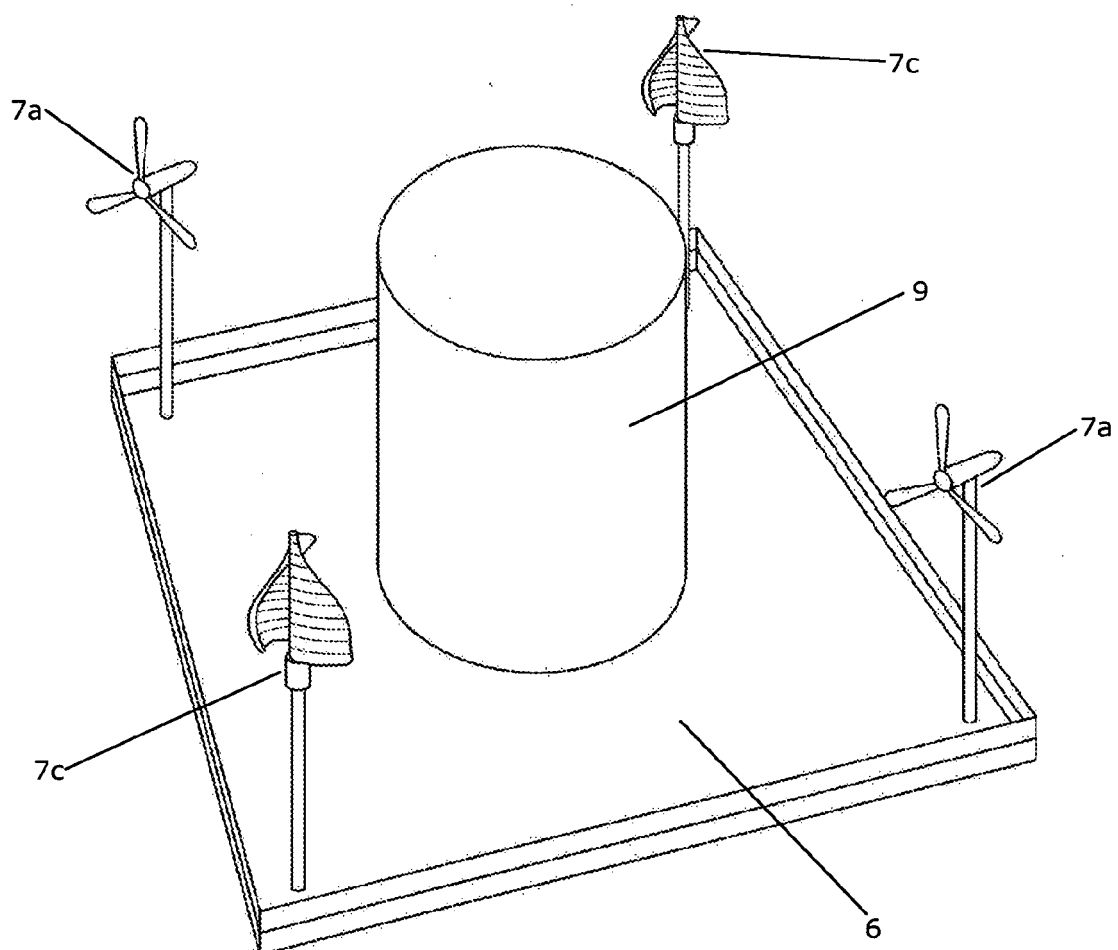


Fig. 6

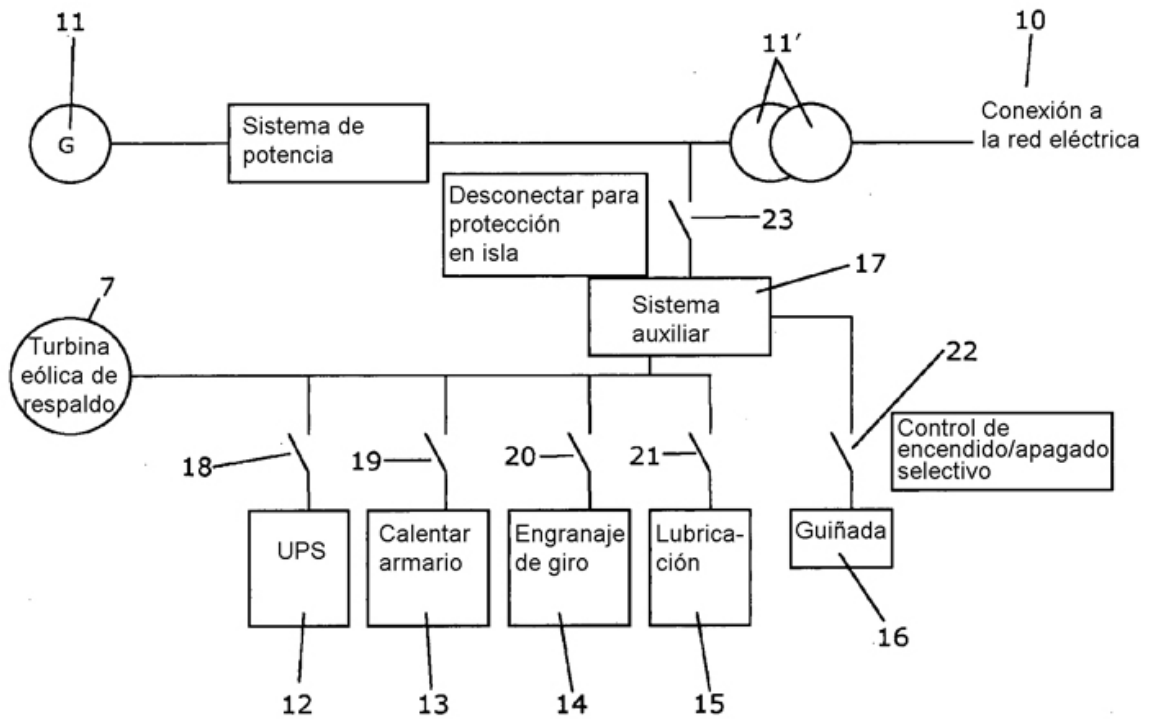


Fig. 7