

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 870**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2012** E 12160164 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018** EP 2642120

54 Título: **Sistema de alimentación auxiliar para una turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.06.2018

73 Titular/es:

**AWILCO APS (100.0%)
Yderholmvej 64
4623 LI. Skensved, DK**

72 Inventor/es:

**WILLUMSEN, NIELS y
NIELSEN, MICHAEL NØRGAARD**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 672 870 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

Sistema de alimentación auxiliar para una turbina eólica

La invención se refiere a un método de alimentación auxiliar para mantener las funciones críticas de una turbina eólica cuando se pierde la fuente de alimentación principal para una turbina eólica según la reivindicación 1.

5 EP 2282055 A2 y EP 2078854 A2 describen un sistema de alimentación auxiliar para una turbina eólica.

De forma general, los molinos para la producción de electricidad, conocidos también como turbinas eólicas, están aumentando su tamaño cada vez más y el desarrollo de las turbinas eólicas se enfoca con frecuencia en turbinas que permiten obtener una mayor capacidad energética. Este desarrollo supone que las aspas de la turbina eólica cada vez son más largas, lo que provoca que la altura de los mástiles deba aumentar en correspondencia. En la actualidad existen al menos dos tipos diferentes de turbinas eólicas: turbinas eólicas en tierra y turbinas eólicas marinas.

El aumento de tamaño de las turbinas eólicas aumenta los retos de asegurar la seguridad de las turbinas eólicas a para asegurar que las turbinas no funcionan en condiciones no adecuadas. Uno de los problemas más importantes se da cuando una turbina eólica deja de funcionar, es decir, el rotor deja de girar, ya que la góndola debe girar en la dirección del viento para asegurar que el viento no daña la turbina. Una situación de este tipo puede darse, p. ej., cuando se produce una interrupción entre la conexión de alimentación entre la turbina eólica y la red eléctrica y la turbina eólica pierde su conexión de alimentación para funcionar. Esto resulta un problema especialmente crítico si la turbina eólica es una turbina eólica marina, en cuyo caso una interrupción en la red eléctrica puede cortar el suministro de energía a la totalidad de un grupo de turbinas eólicas marinas, tales como las dispuestas en un parque eólico marino.

La pérdida de conexión con una red de alimentación eléctrica supone con frecuencia que la turbina eólica pierde la capacidad de funcionar y controlar la turbina eólica, ya que las turbinas eólicas no son generalmente autosuficientes en lo que respecta a su suministro de energía. De este modo, si la turbina eólica pierde su suministro de energía principal, puede resultar necesario un sistema de alimentación auxiliar para asegurar que la turbina eólica puede mantener sus funciones críticas, tales como girar la góndola y el rotor en la dirección del viento, es decir, realizar un movimiento de orientación de la turbina eólica. Si la turbina eólica no permite girar la góndola y el rotor en la dirección del viento, existe el riesgo de que la turbina eólica se incline y colapse en caso de que el viento sea demasiado intenso, ya que el perfil estructural de una turbina eólica está diseñado para tener una resistencia óptima cuando el rotor y la góndola están girados en la dirección del viento.

De forma general, los suministros de energía auxiliares consisten, por ejemplo, en generadores de diésel o gasolina (combustibles fósiles) que suministran energía si una turbina eólica pierde su suministro de energía principal. No obstante, existen problemas considerables en lo que respecta a la vida útil de los generadores y la vida útil del combustible con respecto a la vida útil de la turbina eólica. La vida útil prevista de una turbina eólica es de aproximadamente 25 años, y los generadores de gasolina o diésel tienen una vida útil estimada significativamente más corta que la turbina eólica, o de aproximadamente 10 años en el caso de generadores dispuestos en una turbina eólica marina. La vida útil estimada más corta del generador se debe en parte al hecho de que los motores del generador están hechos de metales que son muy susceptibles a la corrosión. Esto significa que es previsible que un generador de combustibles fósiles deba ser sustituido aproximadamente tres veces a lo largo de la vida útil prevista de la turbina eólica.

Otro problema de los generadores de combustibles fósiles consiste en que el combustible tiene solamente una vida útil prevista de aproximadamente tres años si se mantiene en un depósito de combustible, lo que significa que el combustible debe ser sustituido en intervalos regulares a efectos de mantener un sistema auxiliar totalmente funcional. El procedimiento de sustitución del combustible fósil es tal que, a efectos de sustituir el combustible previo, el combustible previo debe ser drenado en primer lugar de los depósitos a un depósito de contención y, posteriormente, es posible suministrar una nueva cantidad de combustible. Posteriormente, el combustible previo debe ser eliminado, ya que el combustible puede degradarse hasta tal grado que el diésel no puede ser utilizado para otras funciones.

Otro problema adicional en lo que respecta a los generadores de combustible fósiles consiste en que el intervalo de mantenimiento de los generadores es relativamente frecuente, o aproximadamente cada tres meses, a efectos de asegurar que el motor está totalmente lubricado y que todas las partes móviles son totalmente funcionales.

Por lo tanto, el intervalo de mantenimiento frecuente resulta muy costoso, especialmente en el caso de turbinas eólicas marinas, ya que cada visita para realizar el mantenimiento requiere el uso de vehículos acuáticos de alto coste y un número significativo de operarios de mantenimiento que pueden llevar a cabo la visita de manutención/mantenimiento.

El uso de turbinas eólicas en una red eléctrica se realiza con frecuencia con la intención de reducir los gases de efecto invernadero y los contaminantes derivados de la producción de energía, siendo con frecuencia los gases de efecto invernadero y los contaminantes subproductos de la producción de electricidad usando combustibles fósiles,

por ejemplo, en la producción de electricidad usando combustión de carbón. Los suministradores de electricidad intentan normalmente ofrecer productos “verdes” al consumidor al hacer referencia a la electricidad obtenida mediante turbinas eólicas, y el uso de un generador auxiliar de combustible fósil puede dañar la reputación del perfil “verde” de su producto.

- 5 Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de alimentación auxiliar para turbinas eólicas que no utiliza combustibles fósiles y que reduce la necesidad de servicios de mantenimiento y que tiene una vida útil prevista que se corresponde con la vida útil de las turbinas eólicas.

Según la invención, se da a conocer un método de alimentación auxiliar para mantener las funciones críticas de una turbina eólica cuando se pierde la fuente de alimentación principal para una turbina eólica según la reivindicación 1.

- 10 Las turbinas eólicas marinas son turbinas eólicas construidas en una masa de agua, por ejemplo, en el mar. Las turbinas eólicas se montan con frecuencia en un parque eólico, que puede considerarse como un grupo de turbinas eólicas dispuestas en un área predefinida del mar, a una distancia de la línea de costa. Las turbinas eólicas están conectadas mediante al menos un cable de transmisión de energía a la costa, pudiendo transmitir el cable la electricidad producida por las turbinas eólicas tierra adentro, y siendo transmitida la fuente de alimentación principal para el funcionamiento de las turbinas eólicas desde tierra a las turbinas eólicas instaladas en el agua. Un factor de riesgo conocido consiste en que la conexión de alimentación puede perderse debido a la desconexión del al menos un cable, lo que supone que las turbinas eólicas marinas pierdan su fuente de alimentación principal.

- 15 El sistema de alimentación auxiliar según la invención hace que, si se pierde una fuente de alimentación principal de una turbina eólica, es decir, si la turbina eólica queda desconectada, el sistema de alimentación auxiliar permita suministrar energía secundaria para sustituir la fuente de alimentación principal a efectos de controlar la turbina eólica de forma segura. El uso de al menos una pila de combustible en el sistema de alimentación auxiliar hace que se obtenga un sistema que produce electricidad con muy pocas partes móviles o que carece de las mismas. Además, el sistema puede considerarse como más ecológico que los sistemas que usan combustión para producir energía cinética que se transforma en electricidad, usando un generador como una pila de combustible, tal como
20 una pila de combustible de metanol, que solamente emite H₂O y CO₂, mientras que un motor de combustión produce componentes de escape contaminantes que incluyen diversas partículas nocivas.

- 25 Normalmente, una pila de combustible tiene una vida útil prevista larga, pudiendo ser la vida útil prevista de una pila de combustible de hidrocarburo al menos igual a la vida útil prevista de una turbina eólica, que normalmente es de 25 años. Esto significa que, cuando se instala una turbina eólica y se usa un sistema de alimentación auxiliar según la invención, la pila de combustible no tendrá que sustituirse durante la vida útil de la turbina eólica en circunstancias normales.

- 30 Otra ventaja de un sistema de alimentación auxiliar según la invención consiste en que la producción de energía auxiliar usando una pila de combustible complementa el perfil verde de una compañía de producción de energía eólica, ya que la producción de energía eólica usando la turbina eólica y el sistema de alimentación auxiliar puede considerarse como ecológica.

- 35 La fuente de combustible del sistema de alimentación auxiliar puede ser una fuente que suministra un combustible de base fluida, pudiendo ser la vida útil prevista del combustible significativamente más larga que la vida útil prevista de un combustible de diésel o un combustible de gasolina. Esto significa que el combustible de base fluida no tiene que ser sustituido siguiendo los mismos intervalos que el diésel o la gasolina y, por lo tanto, los costes de mantenimiento necesarios de un sistema de alimentación auxiliar totalmente operativo son significativamente inferiores. A título de ejemplo, la vida útil prevista de una fuente de combustible de metanol es de aproximadamente
40 25 años, siendo similar a la vida útil prevista de las turbinas eólicas, y si la turbina eólica se usa durante un periodo más prolongado que su vida útil prevista, > 25 años, puede resultar necesario cambiar la fuente de combustible de metanol para que el sistema de alimentación auxiliar sea operativo.

- 45 En el contexto del significado de la presente invención, el término “batería recargable” significa un acumulador que tiene una o más pilas electroquímicas, siendo sus reacciones electroquímicas reversibles eléctricamente, es decir, las pilas pueden cargarse y descargarse. El término también puede significar un grupo de una o más pilas electroquímicas o un grupo de una o más baterías recargables dispuestas en una conexión en serie o en paralelo.

- 50 El sistema de control de la turbina eólica presenta un perfil de consumo de energía en el que, con frecuencia, el consumo de energía se produce en tandas, pudiendo requerir las operaciones normales del sistema de control un suministro de energía continuo y requiriendo las grandes operaciones una tanda de energía, tal como el giro de la góndola con el cambio de la dirección del viento que actúa sobre la turbina eólica.

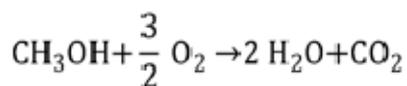
- 55 Una turbina eólica que debe girar la góndola y, por lo tanto, el rotor, en la dirección del viento (realizar un movimiento de orientación), puede usar una gran cantidad de energía para realizar la orientación, es decir, una tanda de energía. El sistema de alimentación auxiliar puede estar configurado de modo que las pilas de combustible producen suficiente energía para alimentar el movimiento de orientación de la turbina eólica directamente y/o de modo que la batería recargable funciona como un acumulador de energía. Cuando la batería recargable funciona como un acumulador de energía, la producción de energía de las pilas de combustible puede reducirse cuando la

batería tiene suficiente energía para alimentar el movimiento de orientación de la góndola y el rotor.

En una realización de la invención, el sistema de alimentación auxiliar también puede comprender un transformador de corriente eléctrica para transformar la corriente continua de la batería recargable en corriente alterna a efectos de alimentar la turbina eólica con una fuente de alimentación secundaria. Con frecuencia, los sistemas de control de las turbinas eólicas presentan unos requisitos de energía que incluyen el uso de una corriente alterna para el funcionamiento del sistema de control. El motivo de ello consiste en que el suministro de energía principal, transmitido con frecuencia desde una base en tierra, se transfiere como corriente alterna, ya que la pérdida de energía es inferior durante la transferencia de la electricidad. Por lo tanto, cuando se pierde el suministro de energía de corriente alterna principal, el suministro de energía auxiliar debe suministrar una fuente de alimentación compatible con el suministro de energía principal, ya que esto simplifica la configuración del sistema de control. Por lo tanto, mediante el uso de un transformador CC/CA o, de forma alternativa, de un inversor, el suministro de energía secundaria puede comunicarse eléctricamente con la misma interfaz de alimentación y de la misma manera que el suministro de energía principal sin que ello tenga ningún efecto en la transmisión de energía en el sistema de control. Esto significa que el sistema de control no tiene que modificarse para recibir la alimentación secundaria.

En una realización de la invención, la pila de combustible puede ser una pila de combustible de membrana de intercambio de protones. Una pila de combustible de este tipo también puede ser conocida como una pila de combustible de membrana de electrolito de polímero, en la que el combustible y el aire son suministrados a la pila de combustible y en la que agua, calor y posiblemente CO₂ son los componentes de escape del sistema. Una pila de combustible de este tipo produce electricidad mediante una reacción química, produciendo la reacción química una corriente eléctrica. La corriente eléctrica producida por la pila de combustible puede usarse como la fuente de electricidad para cargar la batería recargable del sistema de alimentación auxiliar según la invención.

En una realización de la invención, la pila de combustible es una pila de combustible de hidrocarburo, es decir, una pila de combustible de metanol directo. Una pila de combustible de hidrocarburo, tal como la pila de combustible de metanol directo, permite obtener un elevado rendimiento energético por unidad de combustible, siendo la reacción general de una pila de combustible de metanol:



Por lo tanto, el metanol reacciona con el oxígeno y produce una fuente de energía, agua y dióxido de carbono. Además, las ventajas de usar una fuente de hidrocarburo de combustible para la pila de combustible consisten en que es posible almacenar el combustible en forma líquida antes de su uso a presión atmosférica. Un ejemplo de una pila de combustible de metanol adecuada puede ser la pila de combustible EFOY PRO, fabricada por SFC Energy AG, Eugen-Sänger Ring 7, 85649 Bunnthal-Nord, Alemania.

Además, una pila de combustible de hidrocarburo puede utilizar varios tipos distintos de combustible, pudiendo usar una pila de combustible de metanol un combustible de base fósil, tal como el producido mediante gas natural, o pudiendo ser un combustible de base renovable, tal como un metanol producido a partir de biomasa. Esto significa que una pila de combustible basada en metanol puede usar carburos renovables y, por lo tanto, permite reducir la huella de carbono en comparación con un combustible de metanol de base fósil.

En una realización de la invención, el sistema de alimentación auxiliar puede comprender dos o más pilas de combustible. Un sistema de alimentación auxiliar que usa múltiples pilas de combustible permite aumentar la fiabilidad del sistema de alimentación auxiliar, ya que el mal funcionamiento de una pila de combustible no inutilizará el sistema de alimentación auxiliar en su conjunto. Por lo tanto, si una pila funciona mal, el resto de las pilas de combustible permite obtener la producción de energía necesaria para mantener la actividad de carga de la batería reciclable en funcionamiento. Si el sistema contiene una única pila de combustible capaz de producir suficiente energía para mantener las actividades de carga, el mal funcionamiento de la pila de combustible puede incapacitar las actividades de carga de la pila de combustible hasta su sustitución o reparación. Por lo tanto, el uso de múltiples pilas de combustible minimiza el riesgo de una pérdida total de alimentación cuando una pila de combustible no está en condiciones de funcionamiento.

Además, si los requisitos de energía son grandes, es posible interconectar una pluralidad de pilas de combustible para obtener suficiente energía para alimentar la batería recargable o para alimentar el sistema de control de una turbina eólica.

En una realización de la invención, la fuente de combustible puede ser un depósito de combustible en comunicación de fluidos con la pila de combustible. El depósito de combustible puede ser un depósito usado para desplazar el combustible a la pila de combustible (bomba de combustible) o un depósito que libera el combustible a la pila de combustible (liberado). En una realización, el depósito de combustible es un depósito de combustible que contiene un combustible líquido, tal como metanol, no estando presurizado el depósito. Esto significa que el combustible no está bajo una presión constante y, por lo tanto, el depósito de combustible no queda sometido a tensión. Un

depósito de combustible de este tipo reduce la necesidad de intervalos cortos de mantenimiento, ya que en un depósito de combustible a presión es necesario realizar comprobaciones de presión en intervalos regulares, mientras que un depósito no presurizado presenta unos requisitos inferiores de manutención y mantenimiento.

5 En una realización de la invención, el sistema de alimentación auxiliar también puede comprender un sistema de comunicación que permite el control remoto de la fuente de combustible, de la al menos una pila de combustible y de la batería recargable. El sistema de alimentación auxiliar es del tipo que todas las operaciones del sistema pueden ser controladas remotamente usando el sistema de comunicación remota. Es posible usar el sistema de comunicación remota para comprobar la pila de combustible en intervalos regulares sin tener que enviar personal de mantenimiento para supervisar y comprobar el sistema. La pila de combustible, la batería recargable y la fuente de combustible pueden ser comprobadas individualmente o pueden ser comprobadas como un sistema conjuntamente con la totalidad del resto de elementos opcionales del sistema. Esto significa que personal ubicado remotamente puede comprobar el sistema en intervalos regulares y/o controlar continuamente el sistema para asegurar que el sistema será totalmente funcional cuando la alimentación principal de la turbina eólica no está disponible. Es posible usar el sistema de comunicación remota en un método de alimentación auxiliar para una turbina eólica, en un método de control de un sistema de alimentación auxiliar y en una turbina eólica que tiene un sistema de alimentación auxiliar según la invención. El uso de un sistema de control/comunicación remoto en una turbina eólica marina permite reducir la huella de carbono, ya que la necesidad de enviar un barco o un navío flotante para llevar a cabo el mantenimiento se reduce significativamente, y la mayor parte de los barcos funcionan con motores que utilizan combustibles fósiles, tales como diésel.

20 La invención se refiere a un método de alimentación auxiliar para mantener las funciones críticas de una turbina eólica cuando se pierde la fuente de alimentación principal para una turbina eólica según la reivindicación 1.

En una realización de la invención, el método también puede comprender la etapa de disponer un transformador de corriente eléctrica para transformar una corriente continua de la batería recargable en corriente alterna para alimentar la turbina eólica con una fuente de alimentación secundaria.

25 En una realización del método, la pila de combustible usada puede ser una pila de combustible de membrana de intercambio de protones.

Un aspecto no reivindicado también se refiere a un método de control de un sistema de alimentación auxiliar para una turbina eólica que comprende las etapas de: disponer una batería recargable en el interior de la turbina eólica o cerca de la misma, constituyendo la batería recargable una fuente de alimentación eléctrica para un sistema de control de la turbina eólica, controlar el nivel de carga de la batería recargable, suministrar una corriente de carga a la batería recargable desde una fuente de corriente de carga, cuando el nivel de carga de la batería recargable está por debajo de un valor predeterminado para recargar la batería a una carga completa y para asegurar que la batería recargable tiene suficiente carga para alimentar el sistema de control de la turbina eólica durante una interrupción de alimentación, seleccionar una fuente de corriente de carga alimentada por un suministro eléctrico principal de la turbina eólica cuando el suministro eléctrico principal está disponible, o seleccionar una fuente de corriente de carga que es alimentada por una pila de combustible, cuando el suministro eléctrico principal no está disponible.

40 El método de control del sistema de alimentación auxiliar puede ser utilizado conjuntamente con el método de uso del sistema de alimentación auxiliar. El método de control del sistema de alimentación auxiliar asegura que la batería recargable siempre está totalmente cargada o que, cuando el nivel de carga de la batería está por debajo de un nivel predeterminado, las fuentes de corriente de carga siempre suplementan la carga, de modo que la batería recargable siempre tiene suficiente energía almacenada para alimentar el sistema de control de la turbina eólica. Por lo tanto, la turbina eólica puede hacer girar la góndola en la dirección del viento, asegurando que la turbina eólica no se dañará si se pierde la energía principal, o puede detener el rotor si se determina que tal acción es necesaria.

45 Un aspecto no reivindicado de la invención también se refiere a una turbina eólica para la producción de electricidad que tiene un sistema de alimentación auxiliar que comprende: al menos una pila de combustible que transforma la energía química de un combustible en energía eléctrica mediante una reacción química con oxígeno y con una salida eléctrica, una fuente de combustible para suministrar el combustible a la pila de combustible, al menos una batería recargable capaz de recibir una carga eléctrica y descargar una carga eléctrica, estando la batería recargable en comunicación eléctrica con la salida eléctrica de la pila de combustible para suministrar una carga eléctrica a la batería recargable, y constituyendo la batería recargable una fuente de alimentación secundaria para la turbina eólica.

55 En una realización de la invención, la turbina eólica puede ser una turbina eólica marina. Una fuente de alimentación auxiliar resulta muy importante para una turbina eólica marina, ya que el riesgo de perder la fuente de alimentación principal es significativamente más grande que, p. ej., en una turbina eólica en tierra, tal como se ha explicado anteriormente. No obstante, también es posible usar el sistema para cualquier otro tipo de turbina eólica si es necesario un sistema de alimentación auxiliar.

La invención se explica de forma detallada a continuación, haciendo referencia a los dibujos, en los que:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de alimentación auxiliar según la invención.

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de un sistema 1 de alimentación auxiliar según la invención. El sistema 1 de alimentación auxiliar está dispuesto en el interior de una turbina eólica 2, cerca de una turbina eólica o en una ubicación en la que el sistema está en comunicación eléctrica con una turbina eólica 2. El sistema de alimentación auxiliar comprende tres pilas 6, 7, 8 de combustible de metanol alimentadas por una fuente 3 de combustible, en este ejemplo, un depósito de combustible que contiene combustible de metanol. El combustible puede ser bombeado fuera del depósito 3 de combustible usando una bomba 4 de combustible, que asegura que el combustible es suministrado al interior de las pilas de combustible con un caudal predeterminado o con un caudal variable, basándose en la producción necesaria de electricidad mediante las pilas 6, 7, 8 de combustible. La bomba 4 de combustible también puede comprender una pluralidad de bombas de combustible que pueden ser controladas colectiva o individualmente a efectos de asegurar que el combustible circula uniformemente al interior de las pilas de combustible o que la circulación es diferente para cada pila de combustible, respectivamente.

En el caso de una turbina eólica que requiere una fuente de alimentación principal de aproximadamente 1000 W, es posible seleccionar la capacidad energética de las pilas de combustible a efectos de asegurar que la alimentación secundaria obtenida mediante las pilas de combustible es al menos igual a los requisitos de alimentación de la turbina eólica. También es posible seleccionar la capacidad energética de las pilas de combustible de modo que dos de las pilas suministren suficiente energía para satisfacer los requisitos energéticos de la turbina eólica a efectos de asegurar la redundancia si una de las pilas de combustible queda deshabilitada. Esto significa que cada pila de combustible suministra al menos 500 W.

Cuando el metanol es suministrado a las pilas de combustible y las pilas funcionan, la pila de combustible produce una carga eléctrica transmitida a una batería recargable 10 a través de una línea 9 de transmisión eléctrica. Por lo tanto, las pilas 6, 7, 8 de combustible permiten cargar la batería recargable 10 a efectos de asegurar que la batería 10 tiene suficiente capacidad energética para suministrar alimentación secundaria a la turbina eólica 2.

Las pilas 6, 7, 8 de combustible se utilizan para recargar la batería 10 si una fuente 11 de alimentación principal no está disponible para el sistema 19 de control de la turbina eólica 2. La fuente 11 de alimentación principal puede ser una carga eléctrica transmitida a la turbina eólica desde una ubicación remota, tal como una red eléctrica. Si la fuente 11 de alimentación principal queda deshabilitada, las pilas de combustible son capaces de asumir el suministro de energía para el sistema 19 de control.

Cuando la fuente 11 de alimentación principal está disponible, la fuente 11 de alimentación principal se conecta a un cargador 13 de batería a través de una conexión eléctrica. A continuación, el cargador 13 se conecta a la batería recargable 10 a través de una conexión eléctrica a efectos de asegurar que la batería puede cargarse mediante la fuente de alimentación principal al estar disponible. De este modo, la batería recargable puede cargarse mediante la fuente 11 de alimentación principal o las pilas 6, 7, 8 de combustible, dependiendo de si la fuente de alimentación principal está o no está disponible.

La fuente 11 de alimentación principal también se usa para alimentar el sistema de control de la turbina eólica en caso de estar disponible. Esto significa que el uso del sistema de alimentación auxiliar se elude en condiciones normales y la batería recargable 10 no alimenta el sistema 19 de control de la turbina eólica a no ser que la fuente de alimentación principal no esté disponible. La fuente 11 de alimentación principal consiste normalmente en una corriente alterna de dos o tres fases conectada mediante una conexión eléctrica 18 al sistema de control, de modo que la fuente de alimentación principal no debe ser transformada antes de ser utilizada por el sistema 19 de control, aumentando de este modo la eficacia de la fuente de alimentación principal. Principalmente, el aumento en la eficacia se debe a que, normalmente, se produce una pérdida significativa de energía cuando una corriente se transforma de CA a CC o viceversa.

No obstante, la batería 10 del sistema de alimentación auxiliar suministra normalmente corriente continua, que puede no resultar utilizable para el sistema 19 de control sin ser transformada previamente. Con tal fin, la batería 10 puede conectarse a un transformador CC/CA a través de una conexión eléctrica 15, transformando el transformador (inversor) la corriente continua en una corriente alterna. Posteriormente, la producción de corriente alterna del transformador 16 es suministrada al sistema 19 de control a través de una conexión eléctrica 17, de modo que, cuando la fuente 11 de alimentación principal queda desconectada, el sistema 1 de alimentación auxiliar permite suministrar energía secundaria para el sistema 19 de control de la turbina eólica.

El siguiente ejemplo solamente se considerará como un posible sistema de alimentación auxiliar según la invención, y no se considerará como limitativo del alcance de la invención.

Componentes principales del sistema de alimentación auxiliar.

Depósito de combustible

El depósito puede estar hecho de acero inoxidable. El contenido previsto es de 1000 l. Este material mantendrá el metanol sin degradarse durante los 25 años de vida requeridos. Unos conductos de acero inoxidable con un diámetro de 4 mm pueden conectar el depósito a las pilas de combustible. No existe ningún requisito de distancia máxima entre el depósito y las pilas de combustible. Esto lo determinan las bombas de combustible. Solamente es necesario un conducto de combustible que conecta todas las pilas de combustible, ya que las bombas de

combustible son bombas de succión que no requieren ninguna presión del depósito o ningún conducto de retorno de combustible. El depósito puede ser del tipo que puede estar dispuesto sobre una base de acero inoxidable o puede colgar de unos soportes en una pared. El mismo puede tener una válvula de cierre usada durante su transporte y puede tener unas anillas de elevación en la parte superior para elevar el depósito desde el barco de transporte y disponerlo en la isla de la turbina eólica o viceversa. No es necesario ningún indicador de nivel de combustible visible, y el indicador de nivel de combustible estará incorporado en el sistema de gestión de la pila de combustible.

Pilas de combustible

Es posible usar 3 pilas de combustible de aproximadamente 500 W en el sistema. Dos pilas de combustible pueden resultar suficientes, aunque, a efectos de redundancia, el número seleccionado preferido es tres. El sistema también podría funcionar con una única pila de combustible de 1500 W. Si una turbina eólica a utilizar en el futuro presenta unos requisitos energéticos superiores, es posible implementar en el sistema una o más pilas de combustible adicionales. Las pilas de combustible consistirán en una versión ampliada de la pila de combustible EFOY PRO 90 W ya existente o en una combinación de un número de pilas de combustible. La totalidad de los conductos del sistema pueden ser conductos de acero inoxidable. El intercambiador de calor puede estar constituido en su totalidad por acero inoxidable. Las pilas de combustible pueden estar dispuestas para su disposición en un sistema de bastidor, de manera adyacente entre sí, a efectos de optimizar su inspección y mantenimiento, así como para hacer que los conductos de combustible y los cables sean lo más cortos posible. Las pilas de combustible pueden estar conectadas en su totalidad en paralelo a la batería mediante cables con un mínimo de 2,5 mm², siendo posible usar un cable rojo como positivo y un cable negro como negativo.

Escape

Las pilas de combustible producen 2 tipos de componentes de escape: agua y aire caliente. Los componentes de escape comprenden aproximadamente 0,5 l de agua por 1,0 l de metanol consumido. El agua puede ser purgada de la instalación. La pila de combustible de 500 W producirá aproximadamente 5,5 l de agua cada 24 horas o 16,5 l de agua para tres pilas de combustible. El agua puede ser conducida por un conducto de silicona de 8 mm al exterior de un alojamiento del sistema de alimentación auxiliar y/o de la torre de la turbina eólica. El agua está limpia y, normalmente, cualquier posible contenido de metanol es significativamente más pequeño que cualquier valor permitido máximo. El conducto de silicona puede pasar a lo largo del aire caliente procedente del intercambiador de calor para evitar la congelación del agua en el conducto durante temporadas de frío.

El aire caliente procedente del intercambiador de calor puede tener una temperatura de aproximadamente 45 grados centígrados. Es posible que un sistema permita al usuario seleccionar si el aire caliente debería permanecer en el interior de un recinto del sistema durante temporadas de frío a efectos de calentamiento automático y/o debería ser liberado al exterior durante temporadas de calor a efectos de refrigeración. Normalmente, el aire caliente consiste únicamente en aire caliente y no contiene metanol. El aire puede ser desviado a través de un sistema de conductos flexibles de 100 mm de diámetro.

Energía producida

La toma positiva y negativa puede estar conectada mediante cables de 2,5 mm² a una batería de iones de litio. Cada pila de combustible puede suministrar una corriente de 48 V y aproximadamente 10,5 A. Por lo tanto, la producción total de energía de las tres pilas puede comprender aproximadamente 48 V y 31,5 A. El cable de 2,5 mm² mantendrá la corriente de 10,5 A siempre que cada pila de combustible esté conectada a la batería mediante cables separados. Si fuese necesario conectar las pilas de combustible con un grupo de cables, se usarán cables más grandes, por ejemplo, de 6 mm².

Comunicación con las pilas de combustible

Cada pila de combustible puede estar conectada a un sistema de comunicación a través del que el usuario/propietario puede acceder a cada pila de combustible para supervisar los intervalos de mantenimiento, el estado del combustible, las horas de funcionamiento, etc. La comunicación puede llevarse a cabo mediante un HyperTerminal, a través de un puerto RS232, aunque la comunicación puede adaptarse/transformarse según el sistema de comunicación de la turbina eólica específica a efectos de que las pilas de combustible constituyan una parte natural de la comunicación diaria con la turbina eólica y su sistema de alimentación auxiliar. También sería posible usar plataformas de comunicación alternativas, tales como LAN o USB.

Batería de litio

Es posible conectar un paquete de baterías que consiste en baterías de iones de litio para obtener 48 V y aproximadamente 800 Ah. Esto, conjuntamente con la producción de las pilas de combustible, puede corresponderse con los requisitos de energía continua e intermitente de la turbina eólica. Si un futuro modelo de turbina eólica requiere más energía, es posible instalar un paquete de baterías más grande. Un BMS (sistema de gestión de baterías) permite controlar y supervisar la carga, la descarga y el estado de cada una de las baterías en el paquete de baterías. El BMS puede ser un componente importante para asegurar el rendimiento del paquete de baterías durante la totalidad de los 25 años previstos de vida útil. Es posible usar pilas de batería de Winston

Battery, de Taiwán, denominadas Thundersky, y es posible usar un BMS desarrollado y producido por Clayton Power, de Dinamarca.

5 Durante el funcionamiento normal de la turbina eólica, el paquete de baterías puede cargarse (carga de compensación) mediante un cargador estándar de 48 V, producido por Clayton Power, de Dinamarca, o por Prime Power, de Suecia. El cargador puede estar montado cerca de las baterías mediante cables rojos/negros de 2,5 mm².
10 Los cables pueden estar fijados mediante unos terminales de tornillo a la toma de carga del BMS. Las pilas de batería pueden estar instaladas en una carcasa de acero inoxidable con unas anillas de elevación y unos soportes que se usan para la fijación de la batería. La carcasa puede tener una tapa que puede abrirse a efectos de mantenimiento. La producción de la batería también puede pasar a través del BMS. El terminal de salida puede ser de cobre macizo y los cables que conectan el BMS al inversor pueden montarse mediante tornillos inoxidables de terminal M10 en forma de anillo.

Comunicación con la batería

15 El BMS puede estar equipado con un bus CAN. Es posible su transformación en la plataforma de comunicación de la turbina eólica para que el propietario/usuario supervise el estado de las baterías, tal como la tensión del paquete de baterías, la tensión de las pilas, las temperaturas de las pilas, etc. La plataforma de comunicación también podría ser de tipo LAN, USB, u otros tipos de plataformas de comunicación conocidas.

Inversor

20 El inversor puede ser una de las numerosas unidades presentes en el mercado. Las características básicas son una entrada de 48 V CC y una salida de 400 V CA en 3 fases. Los fabricantes potenciales son Victron, Studer o PBQ. La selección del inversor puede depender principalmente de la eficacia y el precio del inversor. La eficacia es importante a efectos de optimizar la duración de las baterías con respecto a la energía necesaria para la turbina eólica. El inversor también puede tener unas anillas de elevación y unos soportes de fijación al suelo y/o a una pared. Todo el cableado que entra en el inversor y que sale del mismo puede estar realizado según las normas y regulaciones actuales para la carga específica, cumpliendo especialmente las normas en el lado de CA.

25 Comunicación con el inversor

El inversor puede tener una salida RS232 para comunicación/supervisión externa. Es posible una adaptación en el sistema de comunicación de la turbina eólica para que el propietario/usuario supervise el estado del inversor, tal como la tensión de salida, las corrientes, etc. La plataforma de comunicación también podría ser de tipo LAN, USB, u otros tipos de plataformas de comunicación conocidas.

30

REIVINDICACIONES

1. Método de alimentación auxiliar para mantener las funciones críticas de una turbina eólica (2) cuando se pierde la fuente (11) de alimentación principal para una turbina eólica, que comprende las etapas de:
- 5 - disponer al menos dos pilas (6, 7, 8) de combustible de metanol directo que transforman energía química del metanol en energía eléctrica a través de una reacción química con oxígeno,
 - disponer una fuente (3) de combustible para suministrar metanol a la pila de combustible,
 - disponer un acumulador de energía en forma de al menos una batería recargable (10) capaz de recibir una carga eléctrica y descargar una carga eléctrica,
 - conectar dichas pilas de combustible de metanol directo a dicha batería recargable eléctricamente en paralelo,
 - 10 - controlar el nivel de carga de la batería recargable,
 - conectar la al menos una batería recargable a un sistema (19) de control de turbina eólica, asegurando que el sistema de control de turbina eólica tiene suficiente energía para funcionar si se interrumpe la alimentación para la turbina eólica,
 - disponer una fuente (11) de alimentación principal para alimentar el sistema de control de la turbina eólica en condiciones de funcionamiento normales,
 - 15 - eludir el sistema de alimentación auxiliar en condiciones de funcionamiento normales,
 - suministrar corriente desde la batería recargable al sistema de control de turbina eólica cuando la fuente de alimentación principal no está disponible y, cuando el nivel de carga de la batería recargable está por debajo de un valor predeterminado, alimentar la batería recargable con una fuente de corriente de carga alimentada por una pila de combustible de metanol directo de dichas pilas (6, 7, 8) de combustible.
 - 20
2. Método según la reivindicación 1, en el que el método comprende además la etapa de disponer un transformador (17) de corriente eléctrica para transformar una corriente continua de la batería recargable en corriente alterna para alimentar la turbina eólica con una fuente de alimentación secundaria.
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las pilas de combustible usadas son pilas de combustible de membrana de intercambio de protones.
- 25
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la alimentación auxiliar es suministrada a una turbina eólica marina.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la batería recargable se dispone en el interior de la turbina eólica o cerca de la misma.
- 30
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de corriente de carga es alimentada mediante un suministro eléctrico principal de la turbina eólica cuando el suministro eléctrico principal está disponible.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de combustible se dispone como un depósito de combustible que contiene combustible de metanol.
- 35
8. Método según la reivindicación 7, en el que el combustible es bombeado fuera del depósito de combustible, asegurando que el combustible es suministrado a las pilas de combustible basándose en la producción necesaria de electricidad por parte de las pilas de combustible.
9. Método según la reivindicación 8, en el que el combustible es bombeado usando una pluralidad de bombas de combustible que pueden ser controladas colectiva o individualmente.
- 40
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de alimentación auxiliar se usa para suministrar energía a la turbina eólica para girar la góndola y el rotor en la dirección del viento.

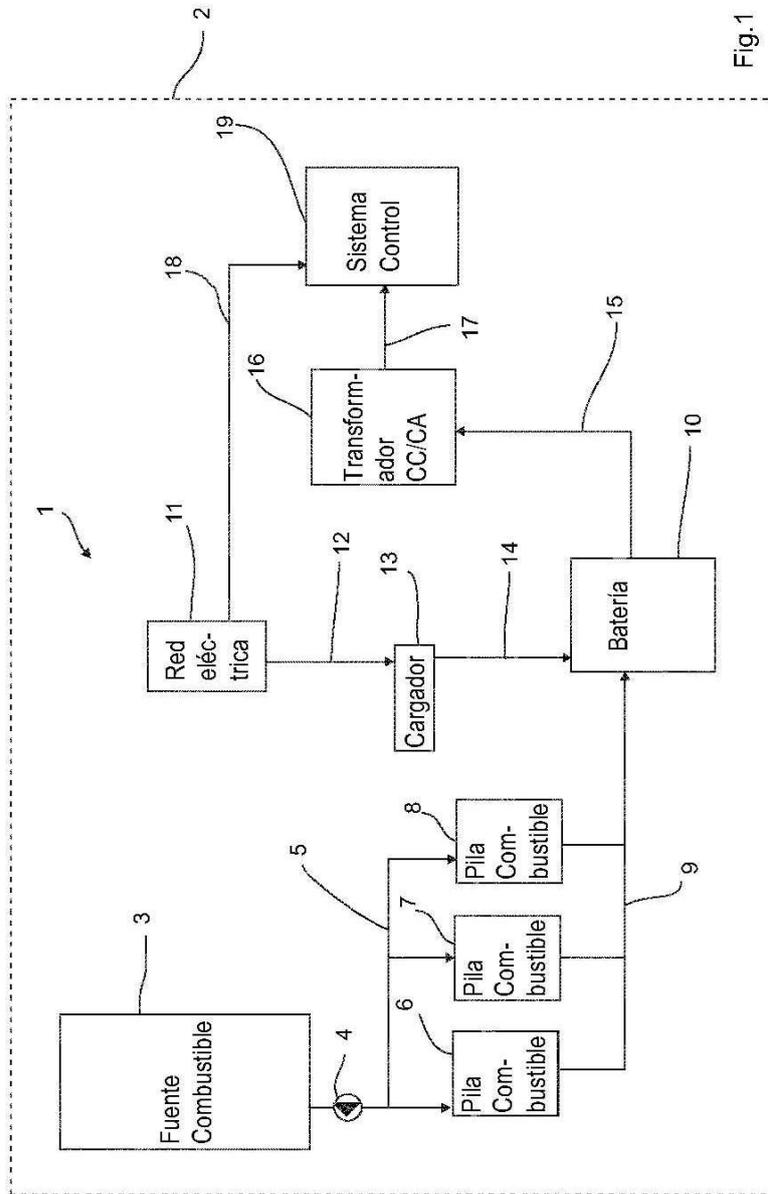


Fig. 1