

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 987**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2016** **E 16206882 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018** **EP 3184810**

54 Título: **Sistema de control de la temperatura del gabinete de paso de la turbina eólica**

30 Prioridad:

24.12.2015 GB 201522886

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

23.10.2018

73 Titular/es:

**MOOG UNNA GMBH (100.0%)
Max-Born-Strasse 1
59423 Unna, DE**

72 Inventor/es:

ROESMANN, TOBIAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 686 987 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 control de la temperatura del gabinete de paso de la turbina eólica

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a mejoras en los sistemas de control de la temperatura para un dispositivo de almacenamiento de energía y un sistema de circuitos de control. Especialmente, pero no exclusivamente, se refiere a un sistema de control de la temperatura para mantener la temperatura de un dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia y un sistema de circuitos de control usados para alimentar y controlar un motor de paso para el control de paso de emergencia de una pala del rotor de una turbina eólica.

Antecedentes de la invención

15 Las turbinas eólicas con palas de rotor montadas en un rotor pueden utilizar palas de rotor pivotables para limitar la velocidad de rotación de las palas del rotor con el fin de evitar el daño estructural a la turbina del rotor en caso de viento fuerte o para detener la rotación completamente. Al inclinar la pala del rotor a favor o en contra del viento, se controla el par de rotación experimentado por las palas del rotor, y la velocidad de rotación y la potencia generada de la turbina eólica se pueden ajustar y mantener dentro de los límites operacionales. Era común usar motores de CA para las llamadas transmisiones de paso de las turbinas eólicas para ajustar el ángulo de ataque de cada pala del rotor. En la actualidad existe una tendencia hacia los motores de CC y, por consiguiente, los circuitos intermedios para la conversión de frecuencia de CC se utilizan para el suministro de CC de las transmisiones de paso. Sin embargo, esto lleva consigo la necesidad de controlar la tensión cuando la carga alimenta energía de regreso al circuito intermedio con el fin de evitar el daño por la sobretensión. Algunas veces, las llamadas cortadoras de frenado, que también se denominan unidades de frenado, se utilizan para este fin. Estas cortadoras de frenado comprenden una resistencia, debido a su función denominada además en la presente memoria resistencia de frenado, para actuar como carga adicional para cada motor de CC. Ejemplos del uso de dichas cortadoras/resistencias de frenado se dan en US-2012009066 y US-2013020804.

En situaciones en las que es crítico que el rotor se pare o se limite de otra forma su velocidad, como cuando la turbina eólica se aproxima a una sobrecarga o a un umbral de seguridad estructural, es crítico que los mecanismos de control de paso sean funcionales al menos durante el período de tiempo necesario para girar todas las palas del rotor en una posición denominada de cambio de paso, donde las palas del rotor lo detendrán. Por tanto, se ha convertido en una práctica convencional proveer a estos mecanismos de control de paso con fuentes de alimentación de emergencia de respaldo, de manera que la turbina eólica pueda reducir la velocidad del rotor incluso en caso de una pérdida de energía o de otro fallo.

Se proporciona una fuente de alimentación de emergencia a menudo en forma de un capacitor.

Por debajo de una temperatura determinada, la resistencia interna de los capacitadores aumenta significativamente. Como resultado, una proporción de la energía descargada por el capacitor en el caso de una emergencia se desperdiciaría como calor. En el mejor de los casos, esto representa una ineficiencia en la fuente de alimentación de respaldo. En el peor, la salida reducida del capacitor puede no ser suficiente para alterar adecuadamente el paso de las palas del rotor, eventualmente causando daños a la turbina eólica. Cuando se emplean turbinas eólicas en una variedad de ambientes y climas, el control de la temperatura de los capacitadores de respaldo es un problema serio. Una solución del estado de la técnica consistía en descargar el dispositivo de energía de emergencia para que se calentara a sí mismo mediante su propia resistencia interna.

Otra solución del estado de la técnica fue equipar las turbinas eólicas con calentadores, comúnmente calentadores de ventilador, que funcionan para mantener los componentes internos clave a una temperatura óptima. Además de ocupar espacio y agregar peso, se conoce que estos calentadores de ventilador tradicionales sufren histéresis cuando controlan la temperatura. Además, dependen de la potencia de CA. Como muchas turbinas eólicas modernas utilizan motores de CC y circuitos convertidores de frecuencia intermedia de CC, estos ventiladores tradicionales no pueden emplearse sin costosas y complicadas modificaciones/adiciones al diseño de la turbina eólica. Con el fin de satisfacer los requisitos de seguridad eléctrica, dichas modificaciones para usar un calentador de CA incluyen encaminar una línea neutral a través del gabinete de paso, generando costes adicionales.

Por otra parte, al aumentar el número de componentes de la turbina eólica, el coste y la complejidad de la instalación y el mantenimiento se incrementan.

Por tanto, es deseable la capacidad de proporcionar calor al mecanismo de control de paso minimizando al mismo tiempo la necesidad de componentes adicionales. Así como la capacidad de proporcionar calor para otros componentes del mecanismo de control de paso, tal como el sistema de circuitos de control.

Un objeto de la presente invención es mitigar algunas de las deficiencias del estado de la técnica mencionadas anteriormente.

Afirmaciones de la invención

- De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una turbina eólica que comprende una fuente de alimentación, un dispositivo de almacenamiento de energía, un motor eléctrico y una resistencia de frenado, en donde el motor eléctrico está en contacto eléctrico ocasional con la resistencia de frenado de manera que una primera corriente fluye a través de la resistencia de frenado y el exceso de energía cinética del motor eléctrico funcionando en modo generador se convierte en calor, y en donde la fuente de alimentación está configurada para provocar el flujo de una segunda corriente a través de la resistencia de frenado de tal manera que la resistencia de frenado produce calor, y la resistencia de frenado y el dispositivo de almacenamiento de energía se disponen de tal manera que la resistencia de frenado proporciona calor al dispositivo de almacenamiento de energía.
- Proporcionando un nuevo modo de uso de la resistencia de frenado como fuente de calor para el dispositivo de almacenamiento de energía, se optimiza la utilidad de los componentes existentes de la turbina eólica. La resistencia de frenado también puede utilizarse para mantener la temperatura de otros componentes importantes de la turbina eólica. Además, la necesidad de elementos de calentamiento independientes adicionales se elimina junto con sus inconvenientes asociados. Se conoce que los calentadores de ventilador con alimentación de CA convencionales sufren de histéresis y requieren sistemas de circuitos adicionales. Al eliminar estos elementos, se reduce el conteo total de componentes de la turbina eólica, ahorrando espacio, peso y reduciendo costes y complejidad de la instalación y mantenimiento.
- Preferiblemente, la turbina eólica además comprende un sistema de circuitos de control dispuesto en relación con la resistencia de frenado de manera que la resistencia de frenado proporciona calor al sistema de circuitos de control. Esto ayuda a evitar que la condensación interfiera con el funcionamiento del sistema de circuitos de control, así como a prevenir otros daños asociados a las bajas temperaturas.
- Preferiblemente, la resistencia, el dispositivo de almacenamiento de energía y el sistema de circuitos de control están alojados en un espacio cerrado. Esto ayuda a contener la salida de calor desde la resistencia de frenado y define el ambiente térmico local del dispositivo de almacenamiento de energía y el sistema de circuitos de control, permitiendo que su temperatura se controle con mayor precisión. Como anteriormente, todos los componentes son alimentados por CC y no hay necesidad de guiar una línea neutra a través del espacio cerrado, como es el caso de los calentadores de ventilador con alimentación de CA convencionales. La eliminación de esta restricción permite maximizar aún más la eficiencia del cableado de la turbina eólica y ofrecer las ventajas de menos componentes, como se ha descrito anteriormente. Además, ubicar la resistencia de frenado y el dispositivo de almacenamiento de energía en el mismo espacio cerrado permite un acceso más fácil a ambos para el mantenimiento, así como ahorrar espacio en el lugar donde se instalaba la resistencia de frenado, en donde el espacio puede estar a una prima más alta. Por lo general, la resistencia de frenado en una turbina eólica está situada en un lugar bien ventilado para disipar el calor producido por la resistencia de frenado tan rápido como sea posible. Sin embargo, la invención ha dado cuenta de que una resistencia de frenado se utiliza muy poco, de modo que cuando las propiedades de la resistencia de frenado seleccionada se eligen adecuadamente, los requisitos de ventilación se vuelven insignificantes.
- Preferiblemente, hay un ventilador configurado para distribuir el flujo de aire dentro del espacio cerrado. El ventilador puede ser alimentado por la misma fuente de alimentación que suministra a la resistencia de frenado y aumenta la eficiencia de calentamiento distribuyendo el aire caliente a través del espacio cerrado.
- Preferiblemente, hay medios de conmutación entre el motor eléctrico y la resistencia de frenado. Esto permite que la resistencia de frenado se conecte al circuito intermedio del convertidor de CA del motor eléctrico, extrayendo el exceso de energía cinética en forma de corriente eléctrica y disipándolo como calor.
- Preferiblemente, hay medios de conmutación entre la fuente de alimentación y la resistencia de frenado. Esto permite alimentar la resistencia de frenado con una corriente bajo demanda, emitiendo calor utilizado para regular la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía y/o el sistema de circuitos de control.
- Los medios de conmutación pueden ser proporcionados ya sea por un relé mecánico, un relé de estado sólido o un tiristor.
- Preferiblemente, hay un procesador en comunicación con la fuente de alimentación, en donde el procesador está configurado para controlar la salida de la fuente de alimentación a la resistencia de frenado. El procesador permite un control fino de la magnitud y el tiempo de la corriente suministrada a la resistencia de frenado. En consecuencia, la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía y el sistema de circuitos de control se puede mantener o alterar con precisión según las órdenes del procesador.
- Preferiblemente, hay un sensor de temperatura en comunicación con el procesador, en donde el sensor de temperatura está configurado para controlar la temperatura de al menos uno del dispositivo de almacenamiento de energía, el espacio cerrado y el sistema de circuitos de control. Esto permite controlar la temperatura exacta de los diferentes componentes con precisión. Junto con el procesador, esto crea un bucle de retroalimentación que modula y calibra la salida de la fuente de alimentación a la resistencia de frenado y el cambio resultante en la temperatura de los componentes.

Preferiblemente, el dispositivo de almacenamiento de energía es un dispositivo de almacenamiento de energía de respaldo de un motor de paso, configurado para permitir el control de paso de emergencia de una pala de rotor de turbina eólica.

5 Preferiblemente, el dispositivo de almacenamiento de energía es un capacitor. Los capacitadores tienen un amplio intervalo de temperaturas operativas y pueden mantener un cambio durante largos períodos antes de una pérdida sustancial. Además, se pueden recargar rápida y fácilmente mediante la potencia de salida de la turbina eólica. Esto los convierte en una fuente adecuada y fiable de energía de respaldo, especialmente para aplicaciones remotas.

10 Preferiblemente, el dispositivo de almacenamiento de energía es un ultracapacitador. Los ultracapacitadores tienen un intervalo extremadamente amplio de temperaturas operativas que abarcan de -40 °C a 60 °C.

Preferiblemente, la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía se mantiene por encima de -20 °C. Por encima de esta temperatura, la resistencia interna de los ultracapacitadores es manejable y no afecta excesivamente a su capacidad de salida.

15 De forma alternativa, el dispositivo de almacenamiento de energía se mantiene por encima de -10 °C. Por encima de esta temperatura, prácticamente toda la energía almacenada en el ultracapacitador puede emitirse, con pérdidas mínimas. Esto significa que se desperdicia menos energía al recargar la carga del capacitor y aumenta la eficiencia energética general de la turbina eólica.

De forma alternativa, el dispositivo de almacenamiento de energía se mantiene por encima de 0 °C.

20 De forma alternativa, el dispositivo de almacenamiento de energía se mantiene dentro del intervalo de 15 °C a 20 °C.

25 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describirán realizaciones de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La Figura 1 es una vista esquemática de una turbina eólica según una realización de la invención.

La Figura 2 es un diagrama de flujo del método según una realización de la invención.

35 **Descripción detallada de una realización**

Con el fin de proporcionar un sistema de control de la temperatura de la turbina eólica capaz de mantener la temperatura de un dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia, mientras se minimiza la necesidad de componentes adicionales, se proporciona un sistema de control de la temperatura de la turbina eólica según la presente invención.

40 La Figura 1 muestra una vista esquemática de una transmisión 10 de paso de una turbina eólica. La transmisión 10 de paso comprende, al menos, un motor eléctrico 15, una fuente 30 de alimentación, una resistencia 40 de frenado, y un dispositivo 50 de almacenamiento de energía.

45 El motor eléctrico 15 es un motor eléctrico de CC convencional para girar las palas del rotor de una turbina eólica alrededor de su eje longitudinal. En caso de fuertes ráfagas de viento, las palas del rotor pueden acelerarse y girarían el motor eléctrico en lugar de que el motor eléctrico haga girar las palas del rotor. En tal caso, el motor eléctrico, al ser acelerado por la carga, entra en modo generador y genera electricidad por poco tiempo de una manera conocida. En modo generador, en caso de que la energía excesiva no se pueda disipar, pueden aparecer tensiones más altas que la tensión de suministro, lo que podría causar daños en los sistemas de circuitos. Por lo tanto, es habitual en caso de que se detecte tal situación, conectar la llamada resistencia de frenado al motor eléctrico 15, que disipa el exceso de energía en forma de calor, disminuyendo así la tensión producida por el motor eléctrico 15 en modo generador.

50 La fuente 30 de alimentación es una fuente de alimentación conocida, por ejemplo un convertidor de CC/CC suministrado desde una red de alimentación de CA (no mostrada).

55 Tanto el motor eléctrico 15 como la fuente 30 de alimentación están configurados para suministrar una corriente a la resistencia 40 de frenado.

60 La resistencia 40 de frenado produce calor de manera natural al suministrarle una corriente. Resultará evidente para la persona experta que, en el contexto de la invención, el término “resistencia de frenado” es intercambiable con “resistencia de carga”, “resistencia de atenuación”, “resistencia de absorción” y “resistencia de corte”.

65 La resistencia 40 de frenado se puede conmutar por un primer medio 45 de conmutación al motor eléctrico 15 para filtrar las sobretensiones o el exceso de energía convirtiendo la energía eléctrica en calor. En aplicaciones

anteriores, el calor de una resistencia de frenado es un efecto secundario no deseado y se ventila como calor residual al ambiente a través de los disipadores de calor.

El dispositivo 50 de almacenamiento de energía es un dispositivo de almacenamiento de energía conocido. En una realización, el dispositivo 50 de almacenamiento de energía es un capacitor. En una realización preferida, el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia es un ultracapacitor, con una temperatura óptima operativa por encima de -10 °C y una temperatura mínima operativa de -20 °C. El dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia está dispuesto junto con la resistencia 40 de frenado para permitir la transferencia eficiente de calor 90 desde la resistencia 40 de frenado al dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia. La resistencia 40 de frenado puede estar en contacto térmico, en contacto físico o en ambos con el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia. En una realización, el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia está haciendo tope con la resistencia 40 de frenado. En otra realización, el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia está muy cerca de la resistencia 40 de frenado. En otra realización más, el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia está envuelto al menos parcialmente por la resistencia 40 de frenado.

Opcionalmente, la turbina eólica además comprende el sistema 25 de circuitos de control. El sistema 25 de circuitos de control está dispuesto junto con la resistencia 40 de frenado para permitir la transferencia eficiente de calor desde la resistencia 40 de frenado al sistema 55 de circuitos de control. La resistencia 40 de frenado puede estar en contacto térmico, en contacto físico o en ambos con el sistema 55 de circuitos de control. En una realización, el sistema 55 de circuitos de control está haciendo tope con la resistencia 40 de frenado. En otra realización, el sistema 55 de circuitos de control está muy cerca de la resistencia 40 de frenado. En otra realización más, el sistema 55 de circuitos de control está envuelto al menos parcialmente por la resistencia 40 de frenado. Para mejorar la inteligibilidad, la Fig. 1 solo muestra las líneas de potencia, pero no las líneas de control que conectan el segundo medio 35, 45, 55 de conmutación con el sistema de circuitos de control.

Opcionalmente, la resistencia 40 de frenado está conectada eléctricamente al motor eléctrico 15 a través del primer medio 45 de conmutación. En una realización preferida, el primer medio 45 de conmutación es un relé accionado mecánicamente. En otra realización, el primer medio 45 de conmutación es un relé de estado sólido. En otra realización más, el primer medio 45 de conmutación es un tiristor. Como tal, se puede emplear cualquier medio adecuado conocido para permitir la conexión eléctrica selectiva de la resistencia 40 de frenado al motor eléctrico 15. Dicho primer medio 45 de conmutación es conocido en la técnica.

Opcionalmente, la turbina eólica 10 comprende un espacio cerrado 20. En una realización preferida, el espacio cerrado 20 aloja la fuente 30 de alimentación, la resistencia 40 de frenado y el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia y el tercer medio 55 de conmutación. El dispositivo de almacenamiento de energía puede estar conectado por un tercer medio 55 de conmutación a la línea de alimentación de CA en caso de emergencia, la energía almacenada en el dispositivo 50 de almacenamiento de energía es necesaria como fuente de alimentación de respaldo o para cargar el dispositivo 50 de almacenamiento de energía. También puede estar conectado permanentemente a la línea de alimentación de CA.

En una realización, el espacio cerrado 20 está aislado térmicamente. Resultará evidente para el experto en la materia que, en el contexto de la invención, el espacio cerrado 20 se puede denominar “gabinete de paso”, “caja de paso”, “gabinete de ejes” o “caja de ejes”.

Opcionalmente, la resistencia 40 de frenado se conecta eléctricamente a la fuente 30 de alimentación por el segundo medio 35 de conmutación. En una realización, el segundo medio 35 de conmutación está alojado dentro del espacio cerrado 20. En una realización alternativa, el segundo medio 35 de conmutación está situado fuera del espacio cerrado 20. En una realización, el segundo medio 35 de conmutación es un relé accionado mecánicamente. En otra realización, el segundo medio 35 de conmutación es un relé de estado sólido. En otra realización más, el segundo medio 35 de conmutación es un tiristor. Como tal, se puede emplear cualquier medio adecuado conocido para permitir la conexión eléctrica selectiva de la resistencia 40 de frenado a la fuente 30 de alimentación. Dicho segundo medio 35 de conmutación es conocido en la técnica. En una realización alternativa, la funcionalidad del segundo medio 35 de conmutación y del medio 16 de conmutación se proporciona mediante medios de conmutación individuales.

Opcionalmente, la turbina eólica 10 comprende un ventilador 60. El ventilador 60 está alojado en el espacio cerrado 20 y está dispuesto para que circule el aire dentro del espacio cerrado 20. En una realización, el ventilador 60 es un ventilador de CC y está alimentado por la fuente 30 de alimentación y controlado por un segundo convertidor 55 de CC/CC que puede adaptar la tensión CC de un circuito intermedio a la tensión nominal del ventilador, por ejemplo convierte la tensión intermedia de CC de 400 V a 24 V.

Opcionalmente, cada transmisión de paso comprende un procesador 70 como parte del sistema 25 de circuitos de control. En una realización, el sistema 25 de circuitos de control está alojado dentro del espacio cerrado 20. En una realización alternativa, el sistema 25 de circuitos de control está situado fuera del espacio cerrado 20. El procesador 70 está configurado para controlar la magnitud de la salida de la fuente 30 de alimentación a la resistencia 40 de frenado. En una realización, el procesador 70 está además configurado para operar el primer medio 45 de conmutación, el segundo medio 35 de conmutación, y el tercer medio 55 de conmutación.

Opcionalmente, la transmisión 10 de paso comprende un sensor 80 de temperatura. El sensor 80 de temperatura está configurado para medir la temperatura de al menos el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia, el espacio cerrado 20 y el sistema 25 de circuitos de control, y proporcionar estos datos de temperatura al procesador 70. En una realización, el sensor 80 de temperatura mide directamente la temperatura del dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia. En una realización alternativa, el sensor 80 de temperatura mide la temperatura del aire dentro del espacio cerrado 20, proporcionando una temperatura de medición indirecta del dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia. El sensor 80 de temperatura mide continuamente en una realización, y mide a intervalos en otra realización. El procesador 70 está configurado para recibir estos datos de temperatura y calcular la salida de la fuente 30 de alimentación a la resistencia 40 de frenado necesaria para mantener al dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia y/o el sistema 25 de circuitos de control a una temperatura determinada. El procesador 70 ejecuta este cálculo de una manera conocida. En una realización, el procesador 70 está provisto de una calibración entre la salida de la fuente 30 de alimentación y el cambio de temperatura resultante detectado por el sensor 80 de temperatura. En otra realización, esta calibración puede ser determinada de manera dinámica por el procesador en uso. En una realización, el procesador 70 emplea un mecanismo de retroalimentación de bucle de control. En una realización preferida, el procesador calcula la salida de la fuente 30 de alimentación a la resistencia 40 de frenado necesaria para mantener el dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia por encima de -10 °C. En otra realización, el procesador calcula la salida de la fuente 30 de alimentación a la resistencia 40 de frenado necesaria para mantener el dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia por encima de -20 °C. En consecuencia, el procesador puede mantener el dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia en cualquier temperatura particular o intervalo de temperatura deseados.

En uso, el motor eléctrico 15 de la turbina eólica, como se explicó anteriormente, puede acelerarse de vez en cuando y pasar al modo generador. En situaciones donde esta corriente es excesiva, excedente al requerimiento, o cuando hay alguna otra razón para que se aumente la carga en el motor eléctrico, la resistencia 40 de frenado se conecta al circuito del motor eléctrico 15 a través del medio 16 de conmutación. De esta manera, la resistencia 40 de frenado absorbe energía del motor eléctrico y la disipa como calor. Sin embargo, estas situaciones son relativamente raras y generalmente ocurren solo una vez a la semana. En consecuencia, el riesgo de que el dispositivo de almacenamiento de energía de emergencia o cualquier otro componente sea sobrecalentado por la resistencia 40 de frenado es muy bajo durante el funcionamiento normal de la turbina eólica.

Independientemente del estado del medio 16 de conmutación y la conexión entre el motor eléctrico 15 y la resistencia 40 de frenado, en la etapa S101 el sensor 85 de temperatura mide continuamente la temperatura del dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia y proporciona los datos al procesador 80.

En la etapa S102, el procesador 80 determina primero si se necesita calor adicional para mantener el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia por encima de una temperatura deseada. Si en la etapa S102 el procesador 80 determina que se necesita calor adicional, el proceso prosigue a la etapa S113. Si el procesador 80 determina que no se necesita calor adicional, el proceso prosigue a la etapa S123.

En la etapa S113, el procesador 80 calcula la magnitud de la corriente para pasar a través de la resistencia 40 de frenado y durante cuánto tiempo debe fluir esta corriente. Este cálculo se realiza de manera conocida.

En la etapa S114, el procesador 80 conecta la fuente 30 de alimentación a la resistencia 40 de frenado operando el segundo medio 35 de conmutación, y establece la salida de la fuente 30 de alimentación a la corriente requerida en la etapa S115. Será evidente para el experto en la técnica que estas etapas pueden realizarse en cualquier orden o combinarse en una sola etapa.

En la etapa S116, esta corriente pasa a través de la resistencia 40 de frenado, que produce calor a través del calentamiento óhmico. A continuación, el aire caliente que rodea la resistencia de frenado se distribuye por todo el espacio cerrado 20 mediante el ventilador 60, alimentado por la fuente 30 de alimentación. El espacio cerrado 20 ayuda a contener la salida de calor desde la resistencia de frenado y define el ambiente térmico local del dispositivo 50 de almacenamiento de energía, permitiendo que su temperatura se controle con mayor precisión. Dado que todos los componentes son alimentados por CC, no hay necesidad de guiar una línea neutra a través del espacio cerrado 20, como es el caso de las turbinas 10 eólicas convencionales que emplean calentadores de ventilador con alimentación de CA. La eliminación de esta restricción permite maximizar aún más la eficiencia del cableado de la turbina eólica 10 y ofrecer las ventajas de menos componentes, como se ha descrito anteriormente. Además, ubicar la resistencia 40 de frenado y el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia en el mismo espacio cerrado 20 permite un acceso más fácil a ambos para el mantenimiento, así como ahorrar espacio en el lugar donde se instalaba la resistencia 40 de frenado, en donde el espacio puede estar a una prima más alta.

Así pues, se proporciona calor al dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia. Proporcionando este modo de uso secundario de la resistencia 40 de frenado como fuente de calor para el dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia, se optimiza la utilidad de los componentes existentes de la transmisión 10 de paso de la turbina eólica. Además, esto elimina la necesidad de elementos de calentamiento independientes adicionales junto con sus inconvenientes asociados. Se conoce que los calentadores de ventilador con alimentación de CA convencionales sufren de histéresis y requieren sistemas de circuitos adicionales. Al eliminar estos

ES 2 686 987 T3

elementos, se reduce el conteo total de componentes de la transmisión 10 de paso de una turbina eólica, ahorrando espacio, peso y reduciendo costes y complejidad de la instalación y mantenimiento.

5 La secuencia de etapas se restablece a continuación a la etapa S101, donde el sensor 85 de temperatura continúa midiendo la temperatura del dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia y se reinicia el proceso. Las etapas S101 a S116 forman un bucle de control cerrado para mantener la temperatura a un nivel constante. En consecuencia, la temperatura del dispositivo 50 de almacenamiento de energía de emergencia se puede mantener o alterar de manera precisa según los comandos desde el procesador 70.

10 En la etapa S123, después de la decisión en la etapa S102 de que no se necesita calentamiento, el procesador 80 desconecta la resistencia 40 de frenado desde la fuente 30 de alimentación mediante el accionamiento del segundo medio 35 de conmutación.

15 Por lo tanto, se proporciona una turbina eólica 10 que comprende una fuente 30 de alimentación, un dispositivo 50 de almacenamiento de energía, un motor eléctrico 15 y una resistencia 40 de frenado, en donde el motor eléctrico 15 está en contacto eléctrico ocasional con la resistencia 40 de frenado de manera que una primera corriente fluye a través de la resistencia 40 de frenado y el exceso de energía cinética del motor eléctrico 15 se convierte en calor, y en donde la fuente 30 de alimentación está configurada para provocar el flujo de una segunda corriente a través de la resistencia 40 de frenado de tal manera que la resistencia 40 de frenado produce calor, y la resistencia 40 de frenado y el dispositivo 50 de almacenamiento de energía se disponen de tal manera
20 que la resistencia 40 de frenado proporciona calor al dispositivo 50 de almacenamiento de energía.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica que comprende una fuente de alimentación, un dispositivo de almacenamiento de energía, un motor eléctrico y una resistencia de frenado;
 5 en donde el motor eléctrico está en contacto eléctrico ocasional con la resistencia de frenado de manera que una primera corriente fluye a través de la resistencia de frenado y el exceso de energía cinética del motor eléctrico se convierte en calor, y;
 10 en donde la fuente de alimentación está configurada para hacer fluir una segunda corriente a través de la resistencia de frenado de tal manera que la resistencia de frenado produce calor, y la resistencia de frenado y el dispositivo de almacenamiento de energía se disponen de tal manera que la resistencia de frenado proporciona calor al dispositivo de almacenamiento de energía.
2. La turbina eólica de la reivindicación 1 además comprende un sistema de circuitos de control dispuesto con respecto a la resistencia de frenado de tal manera que la resistencia de frenado suministra calor al sistema de circuitos de control.
3. La turbina eólica de la reivindicación 1 en donde la resistencia de frenado y el dispositivo de almacenamiento de energía están alojados en un espacio cerrado.
- 20 4. La turbina eólica de la reivindicación 3, en donde el espacio cerrado también aloja el sistema de circuitos de control de la transmisión de paso.
5. La turbina eólica de la reivindicación 3 o 4 que además comprende un ventilador configurado para distribuir un flujo de aire dentro del espacio cerrado.
- 25 6. La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende medios de conmutación entre la fuente de alimentación y la resistencia de frenado.
7. La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende un procesador en comunicación con la fuente de alimentación, en donde el procesador está configurado para controlar la salida de la fuente de alimentación a la resistencia de frenado.
- 30 8. La turbina eólica de la reivindicación 7 que además comprende un sensor de temperatura en comunicación con el procesador, en donde el sensor de temperatura está configurado para monitorizar al menos uno de la temperatura del dispositivo de almacenamiento de energía, el espacio cerrado, y el sistema de circuitos de control.
- 35 9. La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el dispositivo de almacenamiento de energía es un dispositivo de almacenamiento de energía de respaldo de un motor eléctrico de paso, configurado para permitir el control de paso de emergencia de una pala de rotor de la turbina eólica.
- 40 10. La turbina eólica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el dispositivo de almacenamiento de energía es un capacitador.
- 45 11. La turbina eólica de la reivindicación 10 en donde el dispositivo de almacenamiento de energía es un ultracapacitador.
12. Un método para controlar la temperatura de un dispositivo de almacenamiento de energía dentro de una turbina eólica, comprendiendo el método;
 50 proporcionar una turbina eólica que comprende un motor eléctrico, una resistencia de frenado y un dispositivo de almacenamiento de energía,
 en donde el motor eléctrico está en contacto eléctrico ocasional con la resistencia de frenado de manera que una primera corriente pueda fluir a través de la resistencia de frenado y convertir el exceso de energía cinética del motor eléctrico en calor, y
 55 proporcionar además un sistema de calentamiento que comprende una fuente de alimentación configurada para hacer que una segunda corriente fluya a través de la resistencia de frenado, produciendo de este modo calor, y disponer la resistencia de frenado y el dispositivo de almacenamiento de energía de manera que la resistencia de frenado pueda proporcionar este calor al dispositivo de almacenamiento de energía.
- 60 13. El método de la reivindicación 12 además comprende proporcionar un sistema de circuitos de control y disponer el sistema de circuitos de control con relación a la resistencia de frenado de manera que la resistencia de frenado pueda proporcionar calor al sistema de circuitos de control.
- 65 14. El método de la reivindicación 12 o 13 que además comprende;
 suministrar una corriente a la resistencia de frenado utilizando la fuente de alimentación, y proporcionar calor desde la resistencia de frenado al dispositivo de almacenamiento de energía.

15. El método de la reivindicación 13 y 14 que además comprende proporcionar calor desde la resistencia de frenado al sistema de circuitos de control.

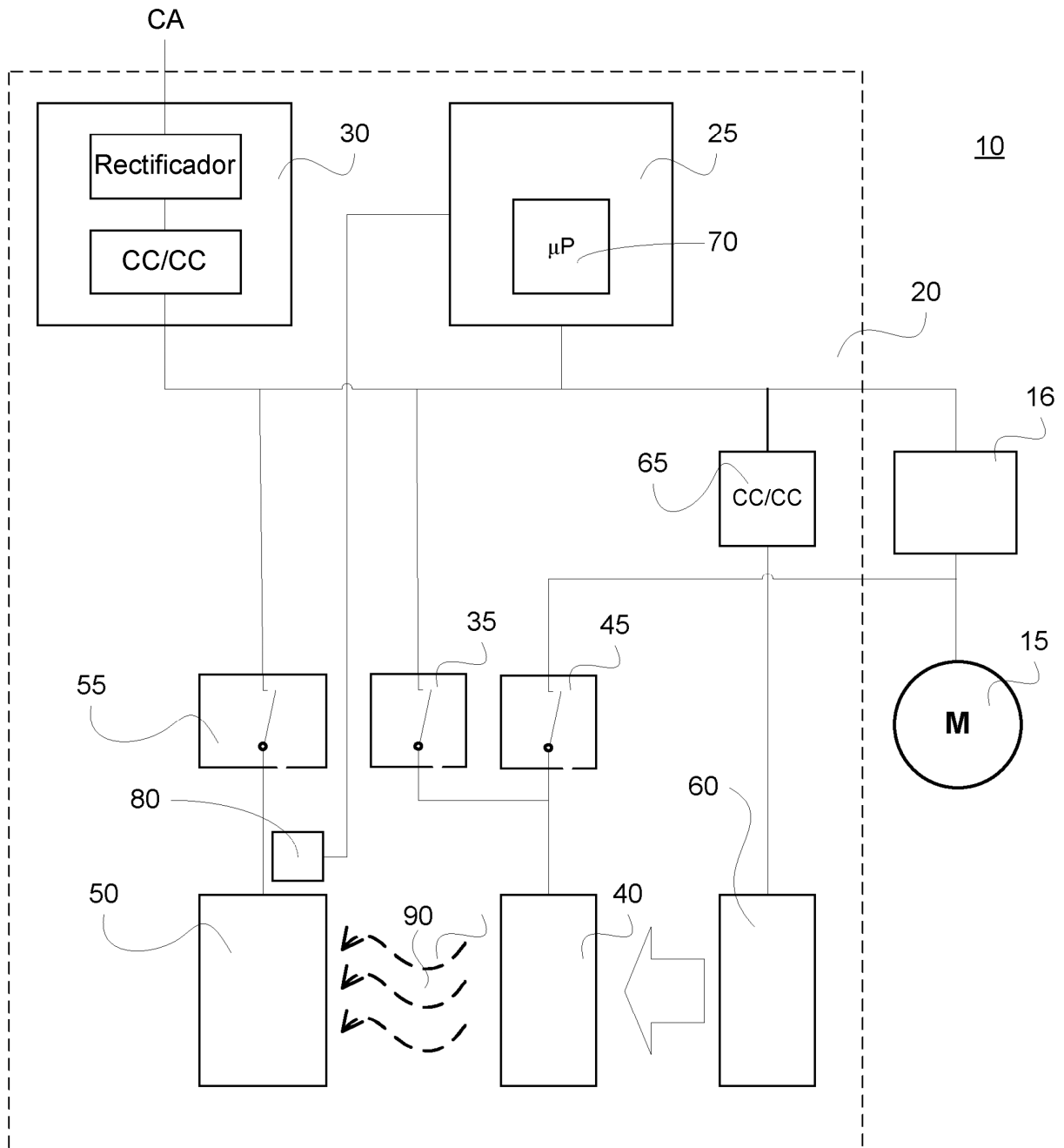


Fig. 1

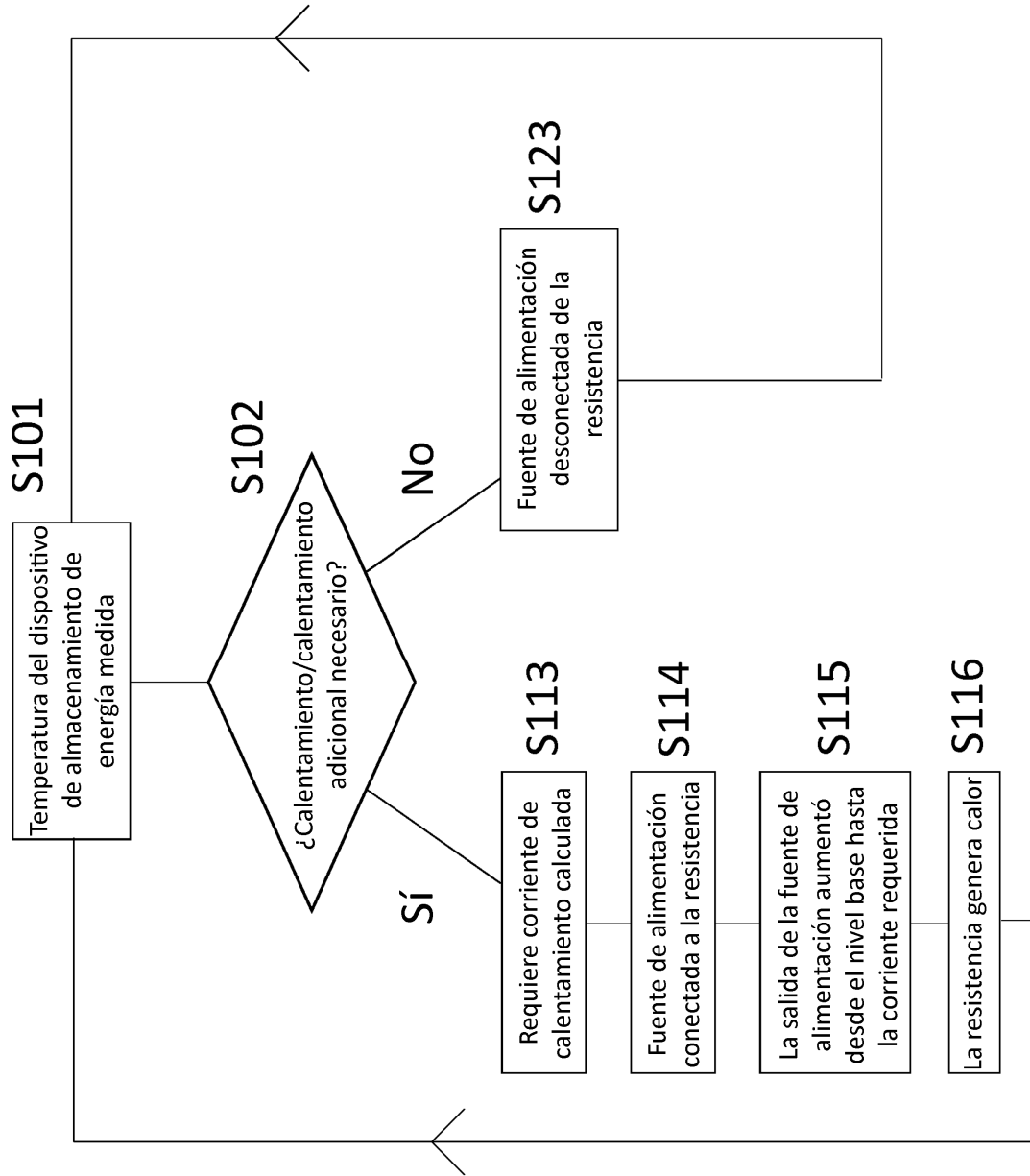


Fig. 2