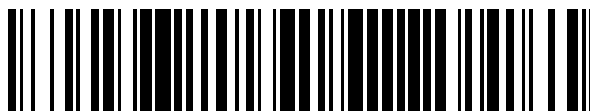


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 287**

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 80/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2016** **E 16165806 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 3236064**

54 Título: **Método para determinar un periodo de secado de un convertidor de una turbina eólica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
19.12.2018

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE

72 Inventor/es:

LUND, MOGENS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 694 287 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

Método para determinar un periodo de secado de un convertidor de una turbina eólica

La invención se refiere a un método para determinar el período de secado de un convertidor de una turbina eólica.

5 Los componentes de una turbina eólica se controlan en su temperatura para evitar la acumulación de humedad en estado líquido y la humedad en estado gas en los componentes.

Se debe utilizar energía auxiliar para calentar los componentes respectivos. La energía auxiliar podría ser suministrada mediante un generador diésel o mediante una red de energía eléctrica, que se conecta con la turbina eólica.

10 En soluciones específicas el calentamiento de los respectivos componentes podría fallar, por ejemplo, un suministro de energía eléctrica auxiliar mediante un generador diésel podría perderse debido a un mal funcionamiento o el suministro de energía por la red de energía eléctrica podría perderse debido a perturbaciones en la red.

Especialmente, la electrónica de potencia del convertidor de la turbina eólica necesita protegerse de cualquier acumulación de humedad en estado gas dentro del convertidor y su electrónica de potencia.

15 Se conoce calentar el convertidor (véase por ejemplo, el documento US 2010/0253079 A1) en situaciones críticas (tal y como se describió anteriormente) utilizando un fluido, que es parte del sistema de refrigeración del convertidor. El fluido puede ser agua, circulada mediante una bomba, y/o aire, circulado mediante un ventilador.

El fluido es calentado y circulado dentro del convertidor durante un período predeterminado de tiempo para asegurar que no se acumula humedad en estado gas en el convertidor.

Tan pronto como el período de tiempo es alcanzado la electrónica de potencia del convertidor se puede activar y la turbina eólica podría ponerse en un modo de funcionamiento a continuación.

20 El período de tiempo predeterminado es conocido como periodo de “secado” del convertidor.

El proceso de secado tal y como se describió anteriormente se inicia y se controla mediante instrucciones de la instalación. Asegura que el convertidor sea únicamente iniciado si la electrónica de potencia del convertidor está seca completamente.

25 La duración del periodo de secado respectivo es elegida tradicionalmente basándose en experiencias recopiladas en el pasado. Por tanto la duración se maximiza para resultar en un funcionamiento seguro garantizado del convertidor. Por tanto, el periodo de secado elegido resulta en un período de espera respectivo y no optimizado.

30 Por ejemplo, el período de secado, que necesita mantenerse antes de que se ponga en marcha la turbina eólica por primera vez o que necesita mantenerse si la turbina eólica fue desconectada de la energía auxiliar durante una semana, debería fijarse en 24 horas, necesarias para el calentamiento y para la circulación del fluido dentro del convertidor.

Es por lo tanto el objetivo de la invención proporcionar una determinación mejorada del periodo de secado de un convertidor de una turbina eólica.

Este objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación 1. Modos de realización preferidos de la invención son abordados mediante las características de las reivindicaciones dependientes.

35 De acuerdo con el método inventado se miden los datos de humedad en estado gas relevantes en el convertidor y en dependencia del tiempo. Por tanto se recopila y adquiere una cronología de datos.

Los datos adquiridos son directamente o indirectamente representativos de la humedad en estado gas en el armario del convertidor.

40 Los datos adquiridos son directamente o indirectamente representativos de la historia dependiente del tiempo del aumento o disminución de la humedad en estado gas.

Basándose en esta cronología de datos, que refleja la humedad en estado gas actual y su historia, se determina el periodo de secado.

45 Durante el período de secado determinado, el calor (es decir, un fluido calentado como aire o agua o incluso calor, que es proporcionado por la energía eléctrica) es circulado dentro del convertidor. Al final del periodo de secado la humedad en estado gas dentro del convertidor y su armario se reduce por debajo de un valor de humedad en estado gas dado.

En una configuración preferida los datos de humedad en estado gas son medidos al menos para formar parte de la cronología de datos, aunque incluso los datos de temperatura podrían ser medidos para formar una parte adicional de la cronología de datos.

- La cronología de datos podría ser medida mediante un sensor, que está colocado en el convertidor o en el respectivo armario del convertidor.
- En una configuración preferida un registrador de datos es utilizado para almacenar la cronología de datos. Por tanto los datos y la historia de datos son asegurados para la determinación basada en la historia del periodo de secado optimizado.
- En una configuración preferida el registrador de datos es alimentado mediante una batería. Por tanto los datos recopilados son asegurados para la determinación del periodo de secado incluso en un caso en el que haya un fallo de suministro de energía completo dentro de la turbina eólica.
- En una configuración preferida, los datos almacenados son procesados y utilizados para calcular el periodo de secado necesario exacto cuando el sistema de control de la turbina eólica es encendido.
- Después de este encendido el sistema de control utilizará los datos registrados para calcular el tiempo de secado necesario, activar el secado a continuación y finalmente, cuando se realice el secado necesario, poner de nuevo a la turbina eólica en funcionamiento.
- El método inventado reduce el periodo de secado a un valor optimizado por tanto se acelera la puesta en marcha convertidor y de la respectiva turbina eólica.
- Por tanto el periodo de secado podría evitarse en el mejor de los casos o el periodo de secado al menos podría minimizarse.
- La invención será descrita con más detalle con la ayuda de las figuras 1 a 7.
- La figura 1 muestra un contenido de humedad en estado líquido en dependencia de una humedad del estado gas relativa del aire,
- La figura 2 muestra una estructura de capas en referencia la figura 1,
- La figura 3 muestra un contenido de humedad en estado líquido en un material de gel en referencia a la figura 1 y a la figura 2,
- La figura 4 muestra un "proceso de deshumidificación" con referencia la figura 3,
- La figura 5 muestra una distribución de humedad en estado líquido y su secado en referencia a las figuras anteriores,
- La figura 6 muestra una variación dependiente del tiempo de la situación como la mostrada en la figura 5,
- La figura 7 muestra el método inventado basado en una turbina eólica esquemática.
- La figura 1 muestra un contenido de humedad en estado líquido y_e [g/kg] en dependencia de una humedad en estado gas relativa del aire $rh[-]$.
- El contenido de humedad en estado líquido y_e [g/kg] es representado a lo largo del eje vertical mientras que la humedad en estado gas relativa del aire $rh[-]$ es representada a lo largo del eje horizontal de la figura 1.
- Las curvas, que son mostradas para tres temperaturas, 40°C, 20°C y 0°C son conocidas como curvas de "Contenido de humedad en equilibrio, EMC" para un material dado.
- En referencia la figura 2, este material podría ser un gel y se abreviaría la figura 2, "gel", de forma correspondiente. Por ejemplo este gel podría ser utilizado para cubrir y proteger elementos IGBT que son las partes centrales del convertidor de la turbina eólica.
- La figura 2 muestra en un esquema muy principal diferentes capas de material por encima de un componente eléctrico EC.
- El espesor del material es mostrado en dependencia de un parámetro x , que se podría leer como un parámetro para el espesor de material o incluso como una dirección orientada "vertical" en la profundidad creciente del material respectivo.
- Por ejemplo el componente eléctrico EC podría comprender elementos IGBT que son partes centrales de cualquier convertidor de turbina eólica (IGBT es una abreviación de un "Transistor Bipolar de Puerta Aislada").
- El componente eléctrico EC está dispuesto en contacto con una placa CP de refrigeración. El componente eléctrico EC está incluso en contacto con y cubierta y protegido por el gel como el descrito en la figura 1.
- La capa de gel está expuesta al aire en su parte superior, que muestra una humedad en estado gas relativa del aire $rh(\text{aire})$ a una profundidad x dada.

A lo largo de la dirección x , la profundidad del gel aumenta de forma constante.

Basándose en la figura 1 y en la figura 2 se hace a continuación referencia a la figura 3.

La figura 3 muestra el contenido de humedad en estado gas y [g/kg] en el gel en dependencia de una profundidad x [m] respectiva, con referencia la figura 1 y a la figura 2.

- 5 El contenido de humedad en estado gas y [g/kg] es representado a lo largo del eje vertical mientras que la profundidad x [m] es representada a lo largo del eje horizontal de la figura 3.

La figura 3 refleja un material de gel seco, que está expuesto a una atmósfera húmeda. Inicialmente el contenido de humedad en estado líquido en el material de gel es Y_{inic} .

- 10 Después de algún tiempo, por ejemplo 1 hora, la humedad en estado líquido de la atmósfera húmeda se ha difundido en el material de gel, esto es dado por la curva 1.

En dependencia del tiempo τ la humedad en estado líquido se difunde más en el material de gel, lo cual es dado por la curva 2, la curva 3 y la curva 4.

Finalmente el contenido de humedad en estado líquido en el material de gel será y_e en todos los sitios, mientras que y_e es incluso el contenido de humedad en estado líquido en la línea de límite entre el aire y el gel.

- 15 Por tanto el parámetro y_e marca una cantidad máxima de contenido de humedad en estado líquido en el gel o incluso un equilibrio del contenido de la humedad en estado líquido en el gel.

Se puede apreciar que la humedad en estado gas y (g/kg) en la línea de límite entre el aire y el gel es alta, esto se muestra mediante el punto de unión de la intersección de las tres curvas.

Resumiendo las figuras muestran este principio a lo largo del tiempo:

- 20 "cuanto más alta es la humedad del estado gas relativa en el aire, más alto es el contenido de humedad en estado líquido del gel".

Ésta se basa en el hecho de que, para muchos materiales incluyendo un material de gel, la resistencia para la humedad en estado líquido que fluye en la superficie del material es pequeña comparada con la resistencia para la humedad en estado líquido, que se difunde dentro del material.

- 25 El "proceso humidificación" tal y como se describió anteriormente ocurrirá si un elemento IGBT respectivo no es calentado o controlada su temperatura, es decir, si no hay una energía auxiliar disponible para este propósito debido a una situación de red apagada.

La figura 4 muestra un "proceso de des humidificación" respectivo a la vista del proceso descrito en la figura 3, por tanto la humedad en estado líquido es secada ahora.

- 30 La figura 4 muestra el contenido de humedad en estado líquido y [g/kg] en el gel (eje vertical) en dependencia de una profundidad x [m] respectiva (eje horizontal), con referencia las figuras anteriores.

En este caso, el contenido de unidad en estado líquido inicial en el gel se indica mediante Y_{inic} .

El contenido de humedad en estado líquido del aire seco se indica mediante y_e .

- 35 Después de un periodo respectivo de tiempo τ el material de gel se secará, acabando con el contenido de humedad en estado líquido y_e dentro de todo el material de gel.

Este "proceso de secado" necesita realizarse sea cual sea el elemento IGBT que se enfrenta a un período de red apagada.

La figura 5 muestra un caso específico: el material de gel seco es expuesto a una atmósfera húmeda, por ejemplo durante un período de tiempo de una hora, en una primera etapa.

- 40 Esto resulta en una distribución de contenido de humedad en estado líquido y_e tal y como se muestra y dependencia de la profundidad x .

En una segunda etapa se inicia el secado de esta humedad en estado líquido. Por ejemplo después de un periodo de tiempo de aproximadamente cuatro horas el material de gel es secado de nuevo.

- 45 La figura 6 muestra un caso similar pero con estas diferencias: el gel ha sido expuesto a una atmósfera húmeda durante un tiempo más largo antes de que se inicie el proceso de secado.

Como consecuencia el secado tomará más tiempo.

En referencia las figuras anteriores las curvas como las muestras pueden ser simuladas mediante un modelo.

Basándose en este modelo y basándose en la cronología de datos recopilada de la humedad en estado líquido dentro del convertidor se puede calcular un tiempo de secado requerido y optimizado.

- 5 El tiempo de secado es necesario para reducir la humedad en estado líquido dentro del convertidor por debajo del valor dado, por ejemplo un fluido (como aire o agua o similar) se podría circular dentro del convertidor con propósitos de calentamiento.

Como consecuencia, el tiempo de secado se puede reducir en la mayoría de los casos a un período de tiempo optimizado.

- 10 De forma alternativa, en lugar de una simulación basándose en un modelo) el tiempo de secado necesario se podría estimar y basar en una humedad en estado líquido medida dentro del gel también.

La figura 7 muestra el método inventado basándose en una turbina eólica esquemática.

Un número de palas BL de la turbina WT eólica es accionada mediante el viento y transfiere la energía de rotación a un generador GEN.

- 15 El generador GEN transforma la energía de rotación en energía eléctrica, que se hace pasar a un convertidor CONV.

El convertidor CONV está dispuesto en un armario CAB de convertidor y convierte la energía eléctrica con una frecuencia variable en energía eléctrica con una frecuencia constante.

De acuerdo con el método inventado se mide un tiempo dependiente de la cronología de los datos TDCD en el convertidor CONV de la turbina eólica WT.

- 20 El TDCD de la cronología de datos medida refleja la humedad en estado líquido real y la historia de humedad en estado líquido en el armario CAB del convertidor CONV.

En una segunda etapa S2 el TDCD de cronología de datos medidos es utilizado para determinar el periodo de tiempo de secado, que es necesario para reducir la humedad en estado líquido dentro del convertidor CONV y su respectivo armario CAB de convertidor por debajo de un valor dado.

- 25 Esto podría hacerse circulando un fluido calentado (aire o agua) dentro del convertidor. Es incluso posible utilizar cualquier otro calor (es decir, cualquier calentamiento directo o indirecto, calentamiento basado en energía eléctrica, o similar).

La cronología de datos de la humedad en estado líquido es medida mediante un sensor SEN, el cual está colocado en el convertidor CONV, o en el respectivo armario CAB del convertidor.

- 30 La cronología de datos es almacenada en un registrador de datos DL, el cual podría ser alimentado mediante una batería.

Los TDCD de datos almacenados son procesados y utilizados para calcular el período de secado.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar un período de secado de un convertidor de una turbina eólica,
 - en donde se mide una cronología de datos dependiente del tiempo en el convertidor,
 - en donde la cronología de datos medida refleja la humedad en estado líquido real y la historia de humedad en estado líquido en el armario del convertidor,
- 5
 - en donde la cronología de datos medidos es utilizada para determinar un período de tiempo de secado, el cual es necesario para reducir la humedad en estado líquido dentro del convertidor por debajo de un valor dado circulando calor dentro del convertidor.
- 10
 - 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los datos de temperatura son medidos para formar una parte adicional de la cronología de datos.
 - 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la cronología de datos es medida mediante un sensor, que es colocado en o dentro del convertidor o en el armario del convertidor.
 - 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se utiliza un registrador de datos para almacenar la cronología de datos.
- 15
 - 5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el registrador de datos es alimentado por una batería.
 - 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los datos almacenados son procesados y utilizados para calcular el periodo de secado.

FIG 1

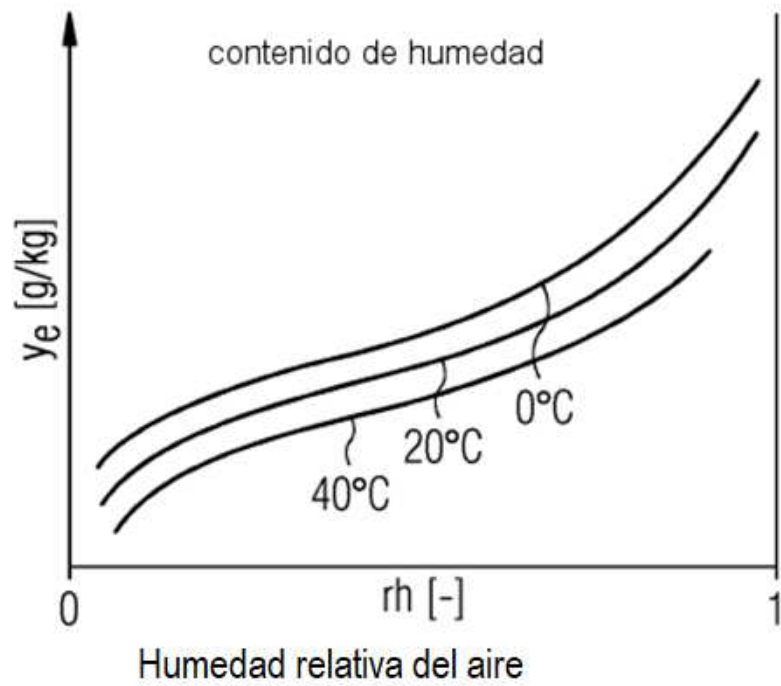


FIG 2

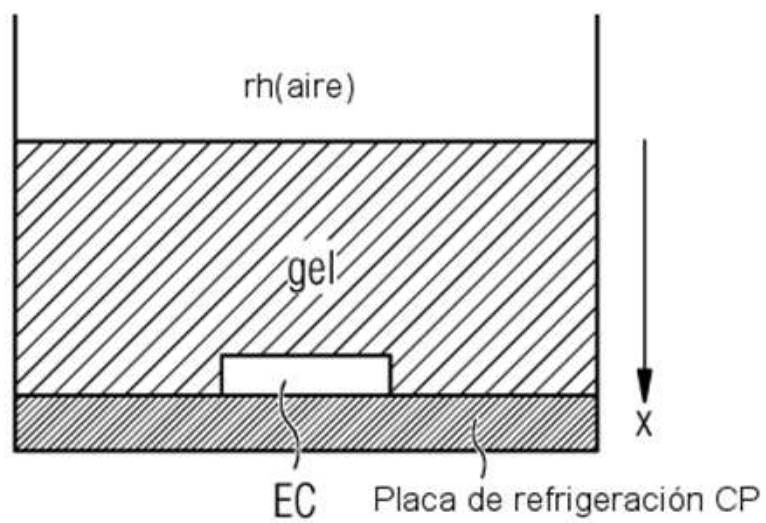


FIG 3

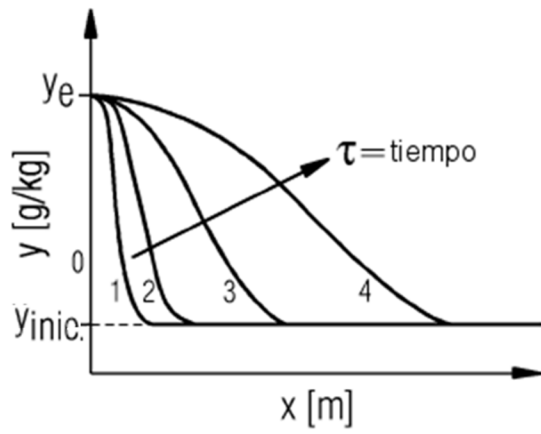


FIG 4

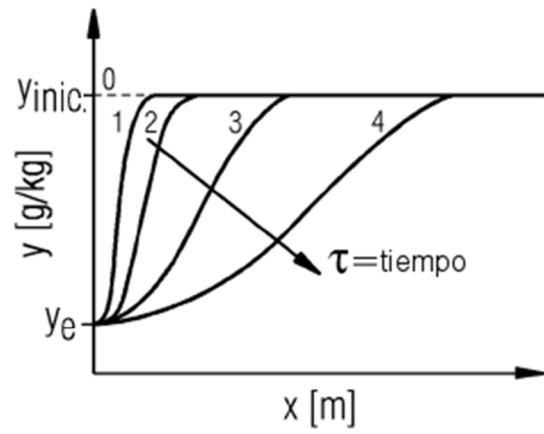


FIG 5

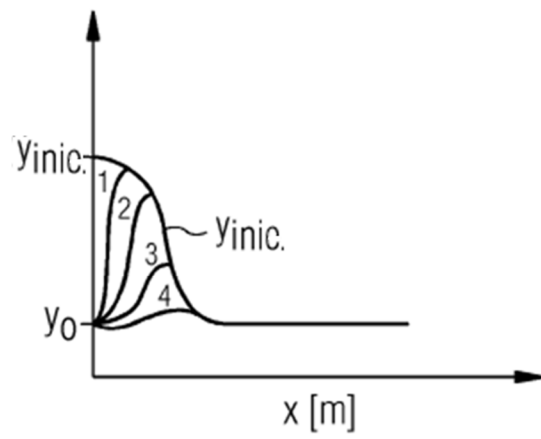


FIG 6

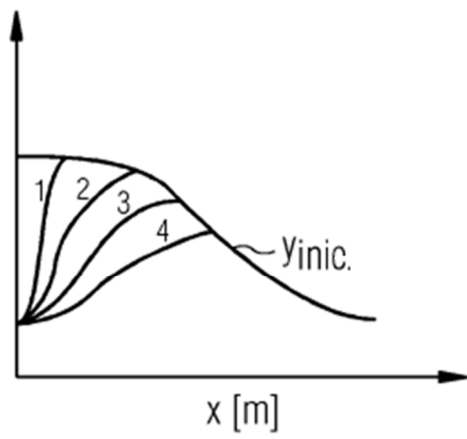


FIG 7

