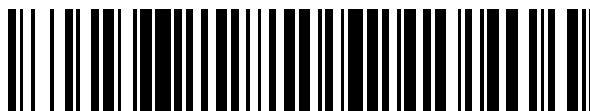


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 714 253**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**H02P 9/10** (2006.01)

**H02P 29/04** (2006.01)

**H02P 9/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2012 E 12155455 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2628947**

54 Título: **Control de par para un generador de turbina eólica en caso de falla**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.05.2019**

73 Titular/es:

**XEMC DARWIND B.V. (100.0%)  
Oude Enghweg 2  
1217 JC Hilversum, NL**

72 Inventor/es:

**DAMEN, MICHEL EDUARD CORNELIS**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 714 253 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**

Control de par para un generador de turbina eólica en caso de falla

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere un control de par para un generador de turbina eólica y, en particular, aunque no exclusivamente, a un método para controlar el par de un generador de turbina eólica, a un controlador de par para un generador de turbina eólica, a una turbina eólica que comprende tal controlador de par y a un producto de programa informático que usa tal método.

**Antecedentes de la invención**

10 La tecnología de turbinas eólicas es un campo de la tecnología en rápido desarrollo. Sin embargo, la instalación y el funcionamiento de un parque eólico y la conexión de tal parque eólico con la red de distribución pública constituyen algunos retos tecnológicos. Las turbinas eólicas pueden estar instaladas en zonas en las que la red de distribución no es muy estable, de modo que el sistema de control del parque eólico y/o el sistema de control en cada turbina eólica del parque eólico deben poder adoptar medidas cuando se producen las denominadas fallas de red de distribución o fallas durante el funcionamiento. En este caso, una falla puede definirse como una alteración de la red de distribución eléctrica que da como resultado que la tensión del sistema de transmisión de la red de distribución eléctrica (por ejemplo, la red de distribución pública) disminuya una cantidad significativa durante una corta duración (normalmente menos de 500 ms). Las fallas pueden producirse por puestas a tierra y cortocircuitos y a menudo aparecen durante relámpagos y tormentas. Una caída de tensión significativa también puede aparecer debido a grandes cambios en la carga del sistema de transmisión de la red de distribución eléctrica.

20 De manera convencional, una turbina puede protegerse contra tales fallas de red de distribución usando un circuito de protección de fallas. Cuando se detecta una falla, el circuito de detección de fallas puede descargar, por ejemplo, la potencia en exceso generada por la turbina durante la falla en varios bancos de resistencias. Una vez que los bancos de resistencias están sobrecargados, la potencia y el par asociado se reducen hasta cero en un par de milisegundos. Puede producirse una situación similar cuando se activa una parada de emergencia en una turbina eólica. Una parada de emergencia de este tipo puede activarse por ejemplo si un elemento de turbina particular está defectuoso. También en este caso, el par de la turbina eólica se reduce hasta cero en el plazo de milisegundos.

30 Una disminución repentina del par de turbina eólica expone a la turbina y a la torre a fuerte tensión mecánica. Especialmente en zonas en las que las fallas de red de distribución se producen frecuentemente, los efectos de los decrementos de par frecuentes pueden tener en última instancia efectos mecánicos perjudiciales para la estructura de la turbina eólica.

Por tanto, existe la necesidad en la técnica anterior de un control de par mejorado durante fallas de red de distribución y paradas de emergencia. En particular, existe la necesidad de un control de par, que mitigue los problemas relacionados con la exposición de la turbina eólica a cargas mecánicas pesadas.

35 El documento EP2405134 A1 da a conocer un método de control de un par de generador. En el caso de una falla de red de distribución o una falla en el convertidor de potencia, se disminuye el par de generador a una velocidad sustancialmente constante con respecto al tiempo.

El documento DE10105892 A1 da a conocer un generador asíncrono. En el caso de una sobretensión del generador, un limitador de sobretensión convierte la energía en exceso en calor.

40 El documento US20100283247 A1 da a conocer un dispositivo de control de instalación de energía eólica que incluye una unidad de control de par configurada para controlar un par del generador.

**Sumario de la invención**

Un objeto de la invención es reducir o eliminar al menos uno de los inconvenientes conocidos en la técnica anterior y proporcionar, en un primer aspecto de la invención, un método para controlar el par de un generador de turbina eólica según la reivindicación 1.

45 En una realización, el par de dicho generador puede decrementarse basándose en uno o más valores de referencia de par. Estos valores de referencia calculados o predeterminados pueden definir una respuesta de par deseada a una señal de falla, en el que los valores de referencia de par se determinan de manera que la tensión mecánica sobre la estructura de la turbina eólica durante la falla es mínima.

50 En otra realización, dicho decremento de par puede comprender además: determinar un valor de par real de dicho generador; comparar dicho valor de par real con al menos uno de dichos valores de par de referencia; si dicho valor de par real se desvía de dicho valor de par de referencia, controlar dicho valor de par real a dicho valor de par de referencia. Por tanto, puede usarse un método de control directo de par con el fin de permitir respuestas rápidas de par a señales de falla detectadas.

Aún en otra realización, dicho método puede comprender: durante dicho decremento de par liberar al menos parte de la potencia almacenada en el convertidor hacia una o más resistencias de frenado. De este modo, durante el decremento rápido, puede liberarse de manera eficiente la energía de acceso, disminuyendo de ese modo la posibilidad de daño.

- 5 Dicho primer valor de par representa un valor de par de funcionamiento normal y dicho segundo valor de par representa un valor de par bajo que es aproximadamente entre el 10 y el 50%, preferiblemente entre el 20% y el 40%, de dicho valor de par de funcionamiento normal. La invención, por tanto, no sólo permite el control del par durante un hueco de tensión, sino cuando una parada de emergencia requiere que la turbina eólica se fije a un estado de par de cero en un tiempo muy corto.
- 10 En una variante, dicha señal de falla puede generarse por dicho controlador de convertidor en respuesta a la detección de una falla de red de distribución que comprende una disminución desde un valor de tensión nominal de red de distribución hasta un valor de tensión bajo de red de distribución o en la que dicha señal de falla se genera por un controlador de turbina eólica en respuesta de la detección de una avería de al menos parte de un elemento de dicha turbina eólica o una parada de emergencia.
- 15 En un aspecto adicional, la invención puede referirse a un controlador de par para controlar el par en una turbina eólica según la reivindicación 8.

En una realización, el par de dicho generador puede decrementarse basándose en uno o más valores de par de referencia, estando configurado preferiblemente dicho controlador de par para: determinar un valor de par real de dicho generador; comparar dicho valor de par real con al menos uno de dichos valores de par de referencia; y, si dicho valor de par real se desvía de dicho valor de par de referencia, controlar dicho valor de par real a dicho valor de par de referencia.

Dicho primer valor de par representa un valor de par de funcionamiento normal y dicho segundo valor de par representa un valor de par bajo que es aproximadamente entre el 10 y el 50%, preferiblemente entre el 20% y el 40%, de dicho valor de par de funcionamiento normal.

- 25 Aún en un aspecto adicional, la invención puede referirse a una turbina eólica que comprende un controlador de par tal como se describió anteriormente.

En una realización, dicha turbina eólica puede comprender un interruptor de frenado para liberar al menos parte de la potencia almacenada en el convertidor hacia una o más resistencias de frenado.

- 30 La invención también se refiere a un producto de programa informático que comprende partes de código de software configuradas para, cuando se ejecutan en la memoria de un ordenador o un controlador tal como un controlador de parque eólico o un controlador de turbina eólica, ejecutar al menos una de las etapas del método tal como se describió anteriormente.

La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, que mostrarán esquemáticamente realizaciones según la invención. Se entenderá que la invención no se limita en modo alguno a estas realizaciones específicas.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa una turbina eólica que comprende un controlador de par según una realización de la invención.

La figura 2 representa un ejemplo de una respuesta de par.

- 40 La figura 3 representa una respuesta de par según otra realización de la invención.

La figura 4 representa un diagrama de flujo para controlar el par de un generador de turbina eólica según una realización de la invención.

La figura 5 representa un diagrama de flujo para controlar el par de un generador de turbina eólica según otra realización de la invención.

### 45 Descripción detallada

La figura 1 representa una turbina eólica 100 según una realización de la invención. La turbina eólica puede comprender un generador 102, por ejemplo un generador de imanes permanentes (PM) o un generador de tipo síncrono o asíncrono, que transforma la energía rotatoria de las palas en una potencia eléctrica de CA variable.

- 50 La salida del generador se alimenta a un convertidor 104 controlado por un controlador de convertidor 106, en el que el convertidor puede comprender un inversor activo de lado de generador 108 para convertir la potencia de CA generada por el generador en potencia de CC. El inversor activo de lado de generador puede conectarse por medio

de una barra colectora de CC a un inversor activo de lado de red de distribución 109 para convertir la potencia de CC en una potencia de CA de una frecuencia usada por la red de distribución pública 110. La salida del convertidor puede conectarse por medio de uno o más transformadores 112 y uno o más conmutadores 114, 116 a la red de distribución.

5 La turbina eólica comprende además un sistema de distribución de potencia auxiliar de potencia baja 118 conectado por medio de un transformador 120 y uno o más conmutadores 122 a la red de distribución principal. Este suministro de potencia auxiliar puede servir como suministro de potencia baja para los componentes eléctricos, por ejemplo sistemas de enfriamiento y de control, en la turbina eólica.

10 Un controlador de turbina eólica 124 puede estar configurado para controlar los procedimientos en una turbina eólica. El controlador puede recoger datos de funcionamiento (por ejemplo, velocidad del rotor, temperatura, velocidad del viento, eficiencia de conversión, etc.) y usar estos datos de funcionamiento para controlar otros elementos funcionales en la turbina. Por ejemplo, puede controlar un mecanismo de regulación de paso de pala 126 para regular el paso de las palas 127 hacia una posición de trabajo o hacia una posición de la veleta en función de los datos de funcionamiento medidos, de manera que pueda lograrse un funcionamiento en estado estacionario  
15 óptimo de la turbina eólica. En particular, el controlador de turbina eólica puede medir la potencia en la salida del inversor, y la velocidad del rotor y (en respuesta) regular el paso de las palas en una posición deseada, de manera que se logre una potencia de salida de estado estacionario deseada.

20 Las fluctuaciones (en particular una disminución temporal en la tensión de la red de distribución denominada hueco de tensión) en la tensión de la red de distribución en el lado de CA del inversor del sitio de red de distribución pueden producir fluctuaciones de tensión (en particular una tensión en exceso) en el nodo de tensión de CC 128. Sin embargo, el mecanismo de regulación de paso de pala no es adecuado para compensar esta tensión en exceso, ya que el mecanismo de regulación de paso tiene un tiempo de respuesta relativamente lento (por ejemplo 0,5-5 segundos). Por tanto, si el desequilibrio debido a la tensión en exceso no se compensa suficientemente rápido, tal  
25 tensión en exceso puede producir daño en el inversor. Por motivos similares, el mecanismo de regulación de paso de pala no es adecuado para establecer una parada de emergencia en la que el par de la turbina eólica debe reducirse a cero, o al menos a un valor bajo, en el plazo de milisegundos.

30 Para contrarrestar este problema, un sistema de protección de fallas de respuesta rápida 130 asociado con el controlador de convertidor está configurado para disminuir el par de turbina eólica de una manera controlada, a la vez que se mantiene la tensión en el nodo de tensión de CC por debajo de un máximo determinado. Si el controlador de convertidor detecta una señal de falla, por ejemplo debido a una falla de red de distribución o una parada de emergencia, el controlador de convertidor puede anular el punto de referencia de par del controlador de par 131.

35 El controlador de par puede implementarse como parte del controlador de convertidor o alternativamente como un elemento funcional independiente conectado al controlador de convertidor o al convertidor. Además, el controlador de par puede implementarse con un programa de software configurado para ejecutar partes de código almacenadas en un medio de almacenamiento, como uno o más elementos de hardware o una combinación de los mismos.

40 En una realización, el controlador de par puede controlar el par de la turbina usando un método de control directo de par (DTC). Este método puede comprender las etapas de: estimar el acoplamiento inductivo asociado con el generador de turbina eólica (por ejemplo integrando las tensiones del estator); y, estimar el par real de la turbina determinando un producto cruzado del vector de acoplamiento inductivo de estator estimado y el vector de corriente de motor medido. La magnitud de flujo así determinada y los valores de par se comparan entonces con valores de referencia predeterminados. En una realización, estos valores de referencia pueden almacenarse en una tabla de consulta (LUT), por ejemplo una memoria, asociada con el controlador de par. En otra realización, estos valores de referencia pueden calcularse basándose en parámetros predeterminados de la turbina eólica.

45 Si cualquiera de los valores determinados de flujo o par se desvía de los valores de referencia en más de una tolerancia permitida, el controlador de par reaccionará de manera que el flujo y el par volverán a sus bandas de tolerancia lo más rápido posible. El método de DTC proporciona la ventaja de que el par puede cambiarse muy rápido. Tal respuesta rápida puede requerirse cuando se controla el par por disminución si se detecta una señal de falla.

50 Si el controlador de convertidor detecta una señal de falla, el controlador de convertidor puede activar adicionalmente un circuito de protección de fallas. El circuito de protección de fallas está conectado al nodo de tensión de CC y permite que se compense la tensión en exceso usando un sistema de compensación tal como un interruptor de frenado de CC/CC 132 conectado a uno o más bancos de resistencias 134.

55 El controlador de convertidor puede estar configurado para monitorizar el nodo de tensión de CC y para activar el interruptor cuando la tensión en el nodo de tensión de CC es mayor que una tensión umbral máxima  $V_T$  determinada.

Por tanto, cuando la tensión en el nodo de tensión de CC se acumula debido a una falla de red de distribución o una parada de emergencia, el interruptor puede abrir temporalmente la ruta hacia los bancos de resistencias, de modo que puede disiparse parte de la potencia en exceso. Este proceso se repite hasta que se alcanza una tensión

deseada en el nodo de tensión de CC. El controlador de convertidor está configurado para seguir un decremento de par predeterminado, de manera que el par del generador se disminuye suavemente hasta un valor deseado. Las ventajas de este esquema de decremento de par se describirán en más detalle con referencia a las figuras 2 y 3.

5 La figura 2 representa un gráfico a modo de ejemplo de una respuesta de par. Puede producirse una falla como un periodo temporal de baja tensión  $U_{\text{bajo}}$  en la salida del convertidor (indicado en la figura 2 mediante la línea discontinua), que es está conectado a la red de distribución pública. Un periodo de baja tensión de este tipo puede durar hasta 2 segundos, en el que la tensión cae hasta valores del 20-30% del valor de funcionamiento normal  $U_{\text{func}}$ . En un periodo de este tipo de baja tensión de red de distribución, puede acumularse una tensión en exceso en el nodo de tensión de CC del inversor tal como se describió con referencia a la figura 1.

10 Tras la aparición de una falla ( $t_1$  en la figura 2), el controlador de convertidor puede detectar un aumento de tensión de CC y (en respuesta) activar el interruptor de frenado. Tras la activación, el controlador de convertidor puede enviar una señal al controlador de turbina eólica para colocar las palas fuera del viento en una posición de la veleta. Además, el controlador de convertidor puede activar el controlador de par para disminuir el par de turbina dentro de un periodo de tiempo predeterminado hasta un valor deseado, de manera que se minimizan las tensiones mecánicas durante el decremento de par. Preferiblemente, el controlador de par puede estar configurado para generar una respuesta de par, en el que el par se decreta desde su valor de par de funcionamiento normal  $T_{\text{func}}$  hasta un valor de par bajo  $T_{\text{bajo}}$  deseado dentro de un periodo de tiempo de entre 0,01 y 10 segundos, preferiblemente de entre 0,5 y 1,5 segundos. El valor de par bajo es de aproximadamente entre el 0 y el 50%, preferiblemente entre el 10% y el 50%, del valor de par de funcionamiento normal que puede usarse durante el funcionamiento en estado estacionario de la turbina eólica.

20 El controlador de par puede usar el método de control directo de par (DTC) u otro método de control de par conocido para lograr la disminución deseada en el par. En ese caso, el controlador de par usa valores de referencia de par calculados o preconfigurados, que siguen una respuesta de par deseada  $dT/dt$  tal como se representa en la figura 2. La respuesta de par deseada se determina de manera que la tensión mecánica durante la falla de baja tensión es mínima.

25 Durante el resto de la falla de baja tensión, el controlador de par puede mantener el par de turbina a un valor de par bajo adecuado hasta que se detecta el fin de la falla de red de distribución ( $t_3$  en la figura 2). En este caso, el controlador de convertidor puede enviar una señal al controlador de turbina eólica para regular de manera controlable el paso de las palas en el viento. Además, el controlador de convertidor puede enviar una señal al controlador de par para aumentar de manera controlable el par hasta un valor de par de funcionamiento normal  $T_{\text{func}}$  deseado ( $t_4$  en la figura 2). Preferiblemente, el controlador de par puede estar configurado para generar una respuesta de par, en la que el par se incrementa desde el valor de par bajo  $T_{\text{bajo}}$  hasta un valor de funcionamiento normal  $T_{\text{func}}$  deseado dentro de un periodo de tiempo de entre 0,01 y 10 segundos, preferiblemente de entre 0,5 y 1,5 segundos, de manera que se minimizan las tensiones mecánicas y las oscilaciones mecánicas durante el incremento de par.

30 La figura 3 representa una respuesta de par a modo de ejemplo según otra realización de la invención. En este caso, el periodo de baja tensión es más corto que el representado en la figura 2, de manera que el fin de la falla de red de distribución ( $t_2$  en la figura 3) se detecta durante un decremento de par. Por tanto, en ese caso (cuando se detecta el fin del periodo de baja tensión), se detiene el procedimiento de decremento y se inicia un procedimiento de incremento tal como se describe con referencia a la figura 2 con el fin de incrementar el par hasta un valor de par de funcionamiento normal  $T_{\text{func}}$  deseado ( $t_3$  en la figura 3), de manera que se minimizan las tensiones mecánicas y las oscilaciones mecánicas durante el incremento de par.

35 En los esquemas de decremento de par descritos anteriormente, se supone que el periodo de falla es lo suficientemente corto como para permitir la continuación del funcionamiento normal de la turbina eólica después de la falla. Sin embargo, si el periodo de falla es demasiado largo, el inversor puede enviar una señal al controlador de turbina eólica para que fije la turbina eólica en una posición en "espera" (parque). En este caso, el controlador de turbina eólica 124 en la figura 1, en una realización, puede desconectar (como medida de protección) la turbina eólica de la red de distribución. Tal desconexión puede lograrse abriendo un conmutador principal 116, y, opcionalmente, algunos conmutadores adicionales 116, 122 (por ejemplo, conmutadores secundarios para proporcionar aislamiento eléctrico adicional de la turbina eólica con respecto a la red de distribución). Cuando se desconecta la turbina eólica, el controlador de turbina eólica puede fijar la turbina eólica en un modo de espera deteniendo la rotación de la turbina, regulando el paso de las palas eólicas en la posición de la veleta.

40 Cuando se aísla la turbina eólica de la red de distribución, el sistema de distribución de potencia auxiliar de potencia baja 118 (que proporciona un suministro de potencia baja para los componentes eléctricos en la turbina eólica) puede alimentarse mediante un suministro de potencia ininterrumpido (UPS) 138. De este modo se garantiza el funcionamiento en espera continuo de la turbina eólica. Normalmente, el UPS comprende un sistema de baterías, supercondensadores y/o un conjunto de generador diésel instalado en o cerca de la turbina eólica.

55 Se indica que aunque la respuesta de par en las figuras 2 y 3 se representa como respuestas lineales, la invención también puede incluir respuestas en las que parte de la respuesta (de decremento y/o de incremento) no es lineal,

por ejemplo curvada, con el fin de proporcionar una respuesta suave con exposición de tensión mecánica mínima a la estructura de la turbina eólica.

La figura 4 representa un diagrama de flujo 400 de un procedimiento para controlar el par de un generador de turbina eólica según una realización de la invención. Este procedimiento puede comenzar con un controlador de convertidor que detecta una falla (un hueco de tensión) (etapa 402). En respuesta, el controlador de convertidor puede decrementar de manera controlable el par de la turbina eólica desde el valor de par de funcionamiento normal hasta un valor de par bajo deseado dentro de un periodo de tiempo de entre 0,01 y 10 segundos, preferiblemente de entre 0,5 y 1,5 segundos (etapa 404). En una realización, puede usarse el método de control directo de par (DTC) para controlar el par de turbina. En este método, se estima el acoplamiento inductivo asociado con el generador de turbina eólica integrando las tensiones del estator de modo que el par puede estimarse como un producto cruzado del vector de acoplamiento inductivo del estator estimado y el vector de corriente de motor medido. La magnitud de flujo y el par estimados se comparan entonces con valores de referencia predeterminados.

Mediante el decremento de manera controlable del par según una respuesta de par de referencia deseada, puede minimizarse la tensión mecánica sobre la estructura de la turbina eólica. Si se detecta el fin de la falla (etapa 406), el controlador de convertidor puede incrementar de manera controlable el par de la turbina eólica hasta un valor de par de funcionamiento normal. Preferiblemente, el proceso de incremento se completa dentro de un periodo de tiempo de entre 0,01 y 10 segundos, preferiblemente de entre 0,5 y 1,5 segundos (etapa 408).

La figura 5 representa un diagrama de flujo 500 de un procedimiento para controlar el par de un generador de turbina eólica según otra realización de la invención. En este caso, el procedimiento puede comenzar con el controlador de turbina eólica que detecta una señal de falla (etapa 502), por ejemplo una señal asociada con un defecto de paso o similar o una persona que presiona la parada de emergencia. En este caso (en respuesta), el controlador de turbina eólica puede hacer rotar las palas en una posición de la veleta (etapa 504) e iniciar un proceso de parada de emergencia usando un esquema de control de par, en el que el par de la turbina se reduce desde un valor de par de funcionamiento normal hasta un valor de par bajo predeterminado dentro de un periodo de tiempo de entre 0,01 y 10 segundos, preferiblemente de entre 0,5 y 1,5 segundos, minimizando de ese modo la tensión mecánica sobre la estructura de la turbina eólica.

Ha de entenderse que cualquier característica descrita en relación con cualquier realización puede usarse sola o en combinación con otras características descritas, y también puede usarse en combinación con una o más características de cualquier otra de las realizaciones, o cualquier combinación de cualesquiera otras de las realizaciones. También pueden emplearse equivalentes y modificaciones adicionales no descritos anteriormente sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, en lugar de usar un controlador de par configurado como una toma de fuerza (PTO) controlada eléctrica/magnéticamente (tal como se usa con el método de control directo de par (DTC)), pueden usarse otros sistemas de PTO, por ejemplo PTO controlada mecánica o hidráulicamente, sin apartarse de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para controlar el par de un generador de turbina eólica (102), que comprende:  
 recibir una señal de falla; y,  
 en respuesta a dicha señal de falla, decrementar de manera controlable el par de dicho generador (102) desde un primer valor de par ( $T_{func}$ ) hasta un segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) dentro de un periodo de tiempo predeterminado de entre 0,01 y 10 segundos;  
 detectar un final de señal de falla;  
 en respuesta a dicho final de señal de falla, detener dicho decremento de par si no se ha alcanzado dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ); e  
 incrementar dicho par hasta dicho primer valor de par ( $T_{func}$ ) dentro de un periodo de tiempo predeterminado de entre 0,01 y 10 segundos,  
 en el que dicho primer valor de par ( $T_{func}$ ) representa un valor de par de funcionamiento normal,  
 en el que dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) es un valor predeterminado y representa un valor de par bajo que es entre el 10 y el 50% de dicho valor de par de funcionamiento normal ( $T_{func}$ ).
2. Método según la reivindicación 1, en el que el periodo de tiempo asociado con dicho decremento de par e incremento de par se selecciona de un valor de tiempo de entre 0,1 y 1,5 segundos.
3. Método según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el par de dicho generador (102) se decrementa basándose en uno o más valores de par de referencia.
4. Método según la reivindicación 3, en el que dicho decremento de par comprende además:  
 determinar un valor de par real de dicho generador (102);  
 comparar dicho valor de par real con al menos uno de dichos valores de par de referencia;  
 si dicho valor de par real se desvía de dicho valor de par de referencia, controlar dicho valor de par real a dicho valor de par de referencia.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:  
 durante dicho decremento de par liberar al menos parte de la potencia almacenada en un convertidor (104) hacia una o más resistencias de frenado.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha señal de falla se genera por un controlador de convertidor (106) en respuesta a la detección de una falla de red de distribución que comprende una disminución desde un valor de tensión nominal de red de distribución ( $U_{func}$ ) hasta un valor de tensión bajo de red de distribución ( $U_{bajo}$ ) o en el que dicha señal de falla se genera por un controlador de turbina eólica (124) en respuesta de la detección de una avería de al menos parte de un elemento de dicha turbina eólica (100) o una parada de emergencia.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) representa un valor de par bajo que es entre el 20% y el 40% de dicho valor de par de funcionamiento normal ( $T_{func}$ ).
8. Controlador de par (131) para controlar el par en una turbina eólica (100) en el que dicho controlador de par (131) está configurado para:  
 recibir una señal de falla; y,  
 en respuesta a dicha señal de falla, decrementar de manera controlable el par de dicho generador (102) desde un primer valor de par ( $T_{func}$ ) hasta un segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) dentro de un periodo de tiempo predeterminado de entre 0,01 y 10 segundos;  
 recibir un final de señal de falla; y,  
 en respuesta a dicho final de señal de falla, parar dicho decremento de par si no se ha alcanzado dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ); e  
 incrementar dicho par hasta dicho primer valor de par ( $T_{func}$ ) dentro de un periodo de tiempo predeterminado de entre 0,01 y 10 segundos,

en el que dicho primer valor de par ( $T_{func}$ ) representa un valor de par de funcionamiento normal, y

en el que dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) es un valor predeterminado y representa un valor de par bajo ( $T_{bajo}$ ) que es entre el 10 y el 50% de dicho valor de par de funcionamiento normal ( $T_{func}$ ).

- 5 9. Controlador de par (131) según la reivindicación 8, en el que el par de dicho generador (102) se decreta basándose en uno o más valores de par de referencia, estando configurado preferiblemente dicho controlador de par (131) para: determinar un valor de par real de dicho generador (102); comparar dicho valor de par real con al menos uno de dichos valores de par de referencia; y,
- si dicho valor de par real se desvía de dicho valor de par de referencia, controlar dicho valor de par real a dicho valor de par de referencia.
- 10 10. Controlador de par (131) según las reivindicaciones 8 ó 9, en el que el periodo de tiempo asociado con dicho decremento de par e incremento de par se selecciona de un valor de tiempo de entre 0,1 y 1,5 segundos.
11. Controlador de par (131) según una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en el que dicho segundo valor de par ( $T_{bajo}$ ) representa un valor de par bajo que es entre el 20% y el 40% de dicho valor de par de funcionamiento normal ( $T_{func}$ ).
- 15 12. Turbina eólica (100) que comprende el controlador de par (131) según cualquiera de las reivindicaciones 8-11.
13. Turbina eólica (100) según la reivindicación 12, que comprende además un interruptor de frenado (132) para liberar al menos parte de la potencia almacenada en el convertidor (104) hacia una o más resistencias de frenado (134).
- 20 14. Producto de programa informático que comprende partes de código de software configuradas para, cuando se ejecutan en la memoria de un ordenador, ejecutar el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-7.



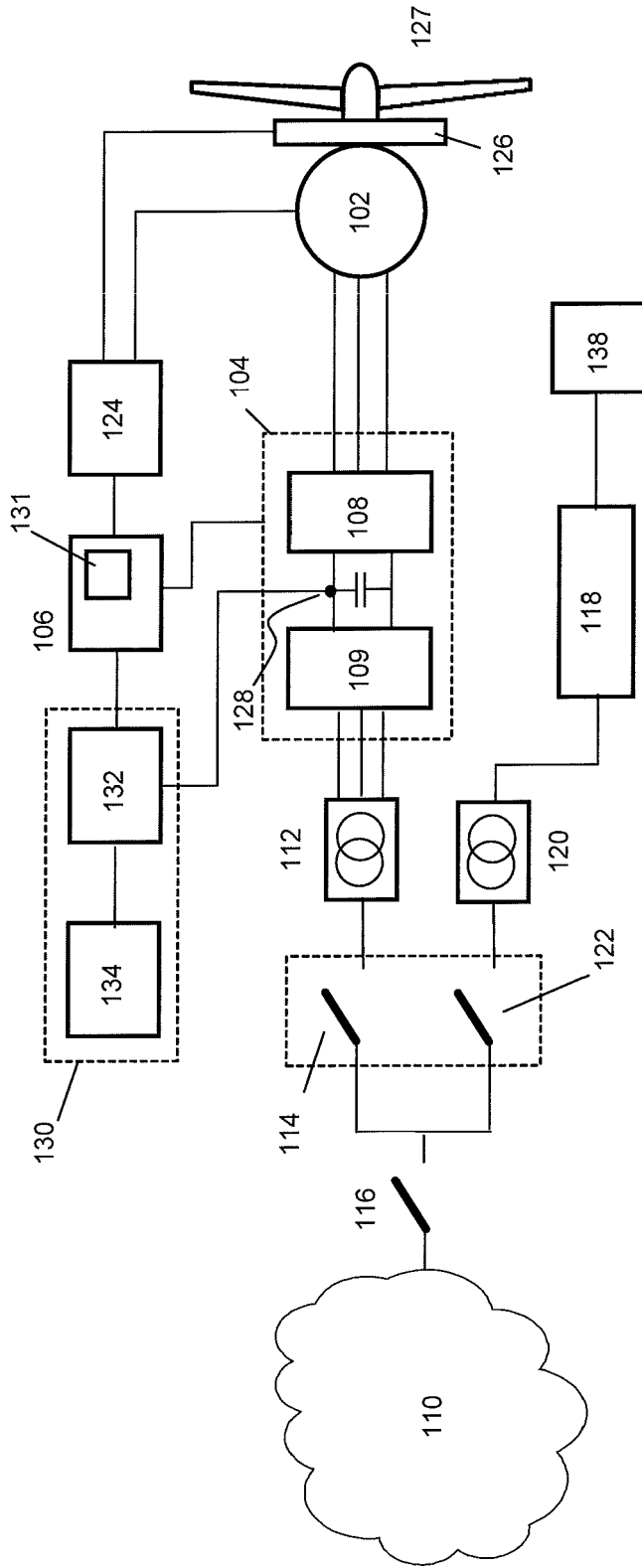
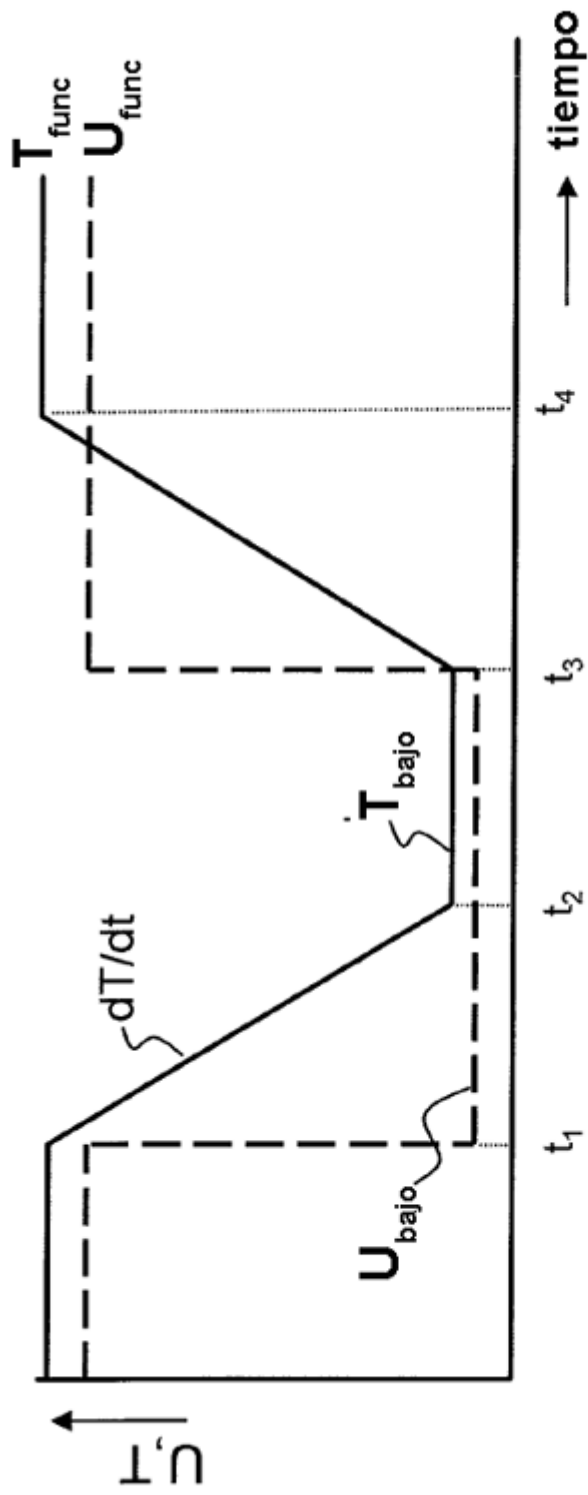


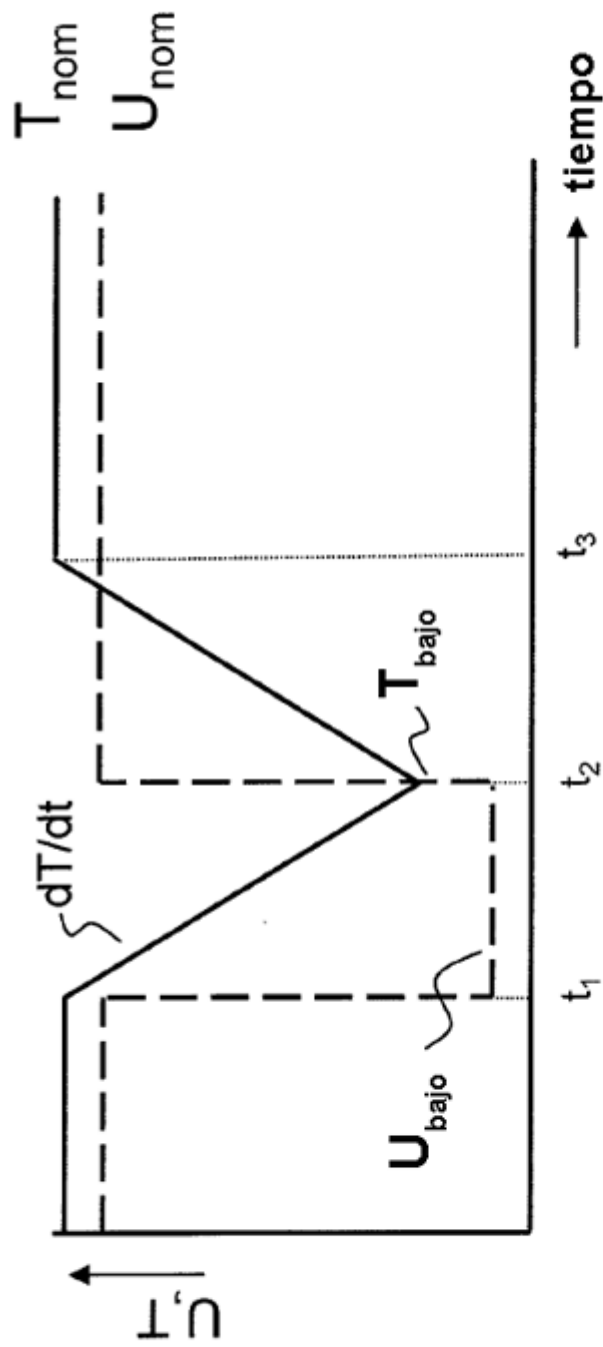
Fig. 1

100



200

Fig. 2



300

Fig. 3

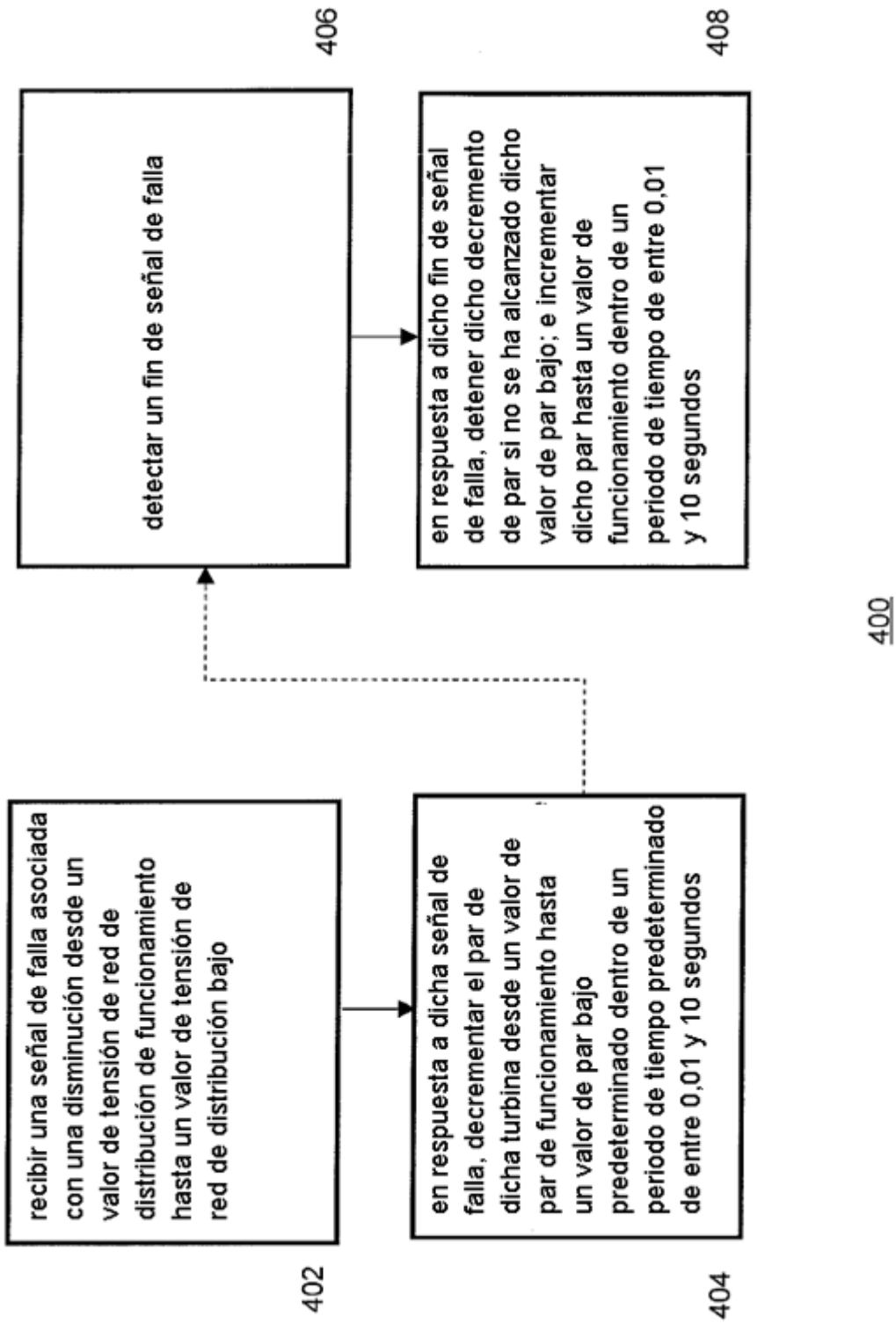


Fig. 4

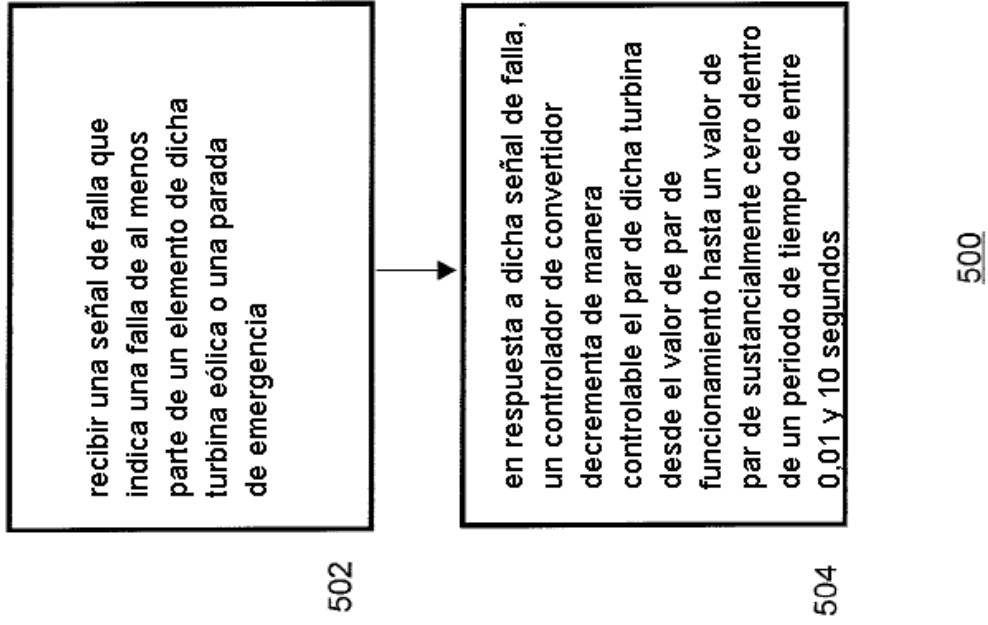


Fig. 5