

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 021**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2012 E 12002187 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2530303**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica al aparecer un fallo de red, así como una instalación de energía eólica semejante**

30 Prioridad:

**03.06.2011 DE 102011105854**

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

**01.12.2017**

73 Titular/es:

**NORDEX ENERGY GMBH (100.0%)  
Langenhorner Chaussee 600  
22419 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**DROSSEL, DETLEF y  
FISCHLE, KURT**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 645 021 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**

Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica al aparecer un fallo de red, así como una instalación de energía eólica semejante

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica al aparecer un fallo de red, presentando la instalación de energía eólica un rotor con al menos una pala de rotor regulable en su ángulo de paso de pala, un generador conectado con el rotor para la generación de una potencia eléctrica y al menos un dispositivo para la detección de un valor real de la velocidad de giro del generador, de un valor del ángulo de paso de pala y de un valor real de una magnitud representativa para un par de generador, en particular de una potencia activa y/o de una corriente activa. Asimismo la invención se refiere a una instalación de energía eólica para la realización del procedimiento.

10

En el caso de fallos de red inesperados, la instalación de energía eólica no puede alimentar además la potencia máxima en la red eléctrica. La rápida caída de potencia resultante de ello conduce a un aumento de la velocidad de giro, al que se reacciona correspondientemente mediante una regulación del ángulo de paso de pala. En este caso pueden aparecer oscilaciones en la velocidad de giro.

15

Por el documento WO 2009/083447 A2 se conoce un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con una pequeña tensión de red. En el caso de fallo de red, cuando están presentes bajas tensiones de red, se determina el ángulo de pitch con la potencia actual, partiendo de la velocidad específica de la turbina antes del fallo de red. Se excita una regulación para el ángulo de paso de pala a fin de mantener constante la corriente generada durante el fallo de red.

20

Por el documento US 6,921,985 B2 se conoce un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica en el caso de un fallo de red, en el que está prevista una alimentación de corriente sin interrupciones para la regulación del ángulo de paso de pala. El alimentación de corriente sin interrupciones recurre en este caso al circuito intermedio entre el inversor en el lado de red y en el lado de rotor. Con la conmutación a la alimentación de corriente sin interrupciones se activa la regulación del ángulo de paso de pala por parte del control de la instalación de energía eólica, a fin de regular correspondientemente el ángulo de pala como reacción al proceso de conmutación.

25

30

Por el documento WO 2005/015012 A1 se conoce un procedimiento para el control de una instalación de energía eólica durante un fallo de red. En el caso de un fallo de red se detecta un parámetro de funcionamiento de la instalación de energía eólica, por ejemplo la temperatura, y se excita la regulación del ángulo de pala para mantener la temperatura dentro de un intervalo predeterminado.

35

Por el documento WO 2008/031434 A2 se conoce un procedimiento para el control de una instalación de energía eólica en el caso de un fallo de red, en el que durante el fallo de red se aumenta el ángulo de pala hasta que ya no se acelera más el rotor. La regulación de la velocidad de giro habitual durante el funcionamiento normal no se realiza durante el fallo de red. El aumento del ángulo de pala se desencadena cuando la potencia activa entregada por la instalación de energía eólica es del 125% de la potencia activa nominal.

40

Por el documento DE 10 2008 010 543 A1 se conoce un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica en el caso de un fallo de red, en el que ya antes del aumento de la velocidad de giro del rotor se inicia un ajuste del ángulo de paso de pala, regulándose la velocidad de giro del rotor o generador en referencia a una velocidad de giro de consigna que se deduce a partir de una magnitud eléctrica presente en el caso del fallo de red y la velocidad del viento actual.

45

Por el documento US 2009/0206606 A1 se conoce un procedimiento, en el que para el inversor de un generador asíncrono de doble alimentación para la facilitación de la potencia reactiva se usa preferiblemente una regulación escalar al contrario de una regulación orientada al campo. Además, se tiene en cuenta un control para el ángulo de paso de pala, que ajusta el ángulo de paso de pala de manera que la velocidad de giro del generador se mantiene aproximadamente constante antes de y durante un fallo de red. También se aborda un ángulo de paso de pala que evita las aceleraciones (no acceleration pitch angle).

50

55

Por el documento US 2008/0277938 A1 es un procedimiento conocido, en el que se reconoce un fallo de red y en el caso de un fallo de red reconocido se conmuta de un primer control para el ángulo de paso de pala a un segundo control para el ángulo de paso de pala.

60

Por el documento DE 10 2007 060 958 A1 se conoce un procedimiento para el control de una instalación de energía eólica, en el que se reconoce una caída de red y se inicializa una unidad de control del par de fuerzas a un valor especificado. Con la inicialización el control del par de fuerzas se lleva al final de la caída de red a un valor de par de fuerzas predeterminado, de modo que se mejora claramente el comportamiento de oscilación de la instalación energía eólica con el regreso de la tensión de red. Adicionalmente la unidad de control de pitch al final de la caída de red también contiene un valor especificado para el ángulo de paso de pala.

La invención tiene el objetivo de poner a disposición un procedimiento y una instalación de energía eólica con la que después del fallo de red sea posible una reducción de carga rápida en un nuevo punto de trabajo estable sin separación de red.

Según la invención el objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y una instalación de energía eólica con las características de la reivindicación 10.

El procedimiento según la invención sirve para el funcionamiento de una instalación de energía eólica al aparecer un fallo de red. La instalación de energía eólica presenta un rotor con al menos una pala de rotor regulable en su ángulo de paso de pala, un generador conectado con el rotor para la generación de una potencia eléctrica, así como al menos un dispositivo para la detección de un valor real de la velocidad de giro del generador, de un valor del ángulo de paso de pala y de un valor real de una magnitud representativa para un par de generador, en particular una potencia activa y/o una corriente activa. El dispositivo para la generación de la velocidad de giro del generador no debe medir necesariamente la velocidad de giro del generador, sino que también puede medir otra velocidad de giro en el tren de accionamiento y la convierte en una velocidad de giro del generador. En el procedimiento según la invención se realiza un reconocimiento de un fallo de red. Además, se realiza una detección de la potencia activa y/o de la corriente activa y de la velocidad de giro, cuando se ha reconocido un fallo de red. En otra etapa se determina una modificación del par de generador debido a la potencia activa detectada y/o de la corriente activa detectada y de la velocidad de giro detectada. Al aparecer un fallo de red, en particular la modificación del par de generador es una magnitud crítica. En otra etapa se determina una magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala, en función de la modificación del par generado. A partir de la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala y un valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala se determina un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala. El valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala es el valor de consigna, que se determina durante el funcionamiento regular, en función de un valor real y un valor de consigna de la velocidad de giro. El procedimiento según la invención posee una serie de preferencias. Una ventaja consiste en que además se puede trabajar con el valor de consigna dependiente de giro y así reaccionar a una modificación de la velocidad del viento. Sólo se determina una magnitud de corrección para el valor de consigna dependiente de la velocidad de giro. Además, el procedimiento según la invención reacciona de forma muy rápida al fallo de red que parece, dado que se desencadena ya al reconocerse el fallo de red. Gracias al inicio rápido del procedimiento según la invención, la regulación de paso de pala ya puede reaccionar a las modificaciones de pares que se producen a causa del fallo de red. En el procedimiento se realiza el reconocimiento del fallo de red en función de un mensaje de error, que se genera en un inversor y/o el generador de la instalación de energía eólica.

En una configuración preferida, el reconocimiento del fallo de error se realiza en función de la modificación de una tensión de red y/o una frecuencia de red. En este caso puede estar previsto que se reconoce un fallo de red cuando se queda por debajo o se supera un valor umbral predeterminado de la tensión de red y/o de la frecuencia de red. Por ejemplo, el fallo de red se conoce cuando la tensión de red baja en más de un valor predeterminado respecto a una tensión nominal.

El valor detectado del ángulo de paso de pala puede ser un valor real medido. Alternativamente o adicionalmente el valor detectado del ángulo de paso de pala puede ser un valor de consigna para el ángulo de paso de pala que, por ejemplo, está presente en un control para el ángulo de paso de pala y se detecta a partir de éste.

En una configuración especialmente preferida del procedimiento según la invención se realiza una detección de un valor real o valor de consigna para el ángulo de paso de pala. En este caso, en la determinación de la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala, en función de la modificación del par de generador, se tiene en cuenta adicionalmente el valor real o valor de consigna para el ángulo de paso de pala. Esta configuración de la invención se basa en el conocimiento de que, en función del valor real o valor de consigna para el ángulo de paso de pala de la instalación de energía eólica, el par absorbido por la pala de rotor varía conforme a una realización no lineal con una modificación del ángulo de paso de pala. En particular con ángulos de paso de pala pequeños, una modificación del ángulo de paso de pala provoca una modificación menor en el par que en los ángulos de paso de pala grandes.

En una configuración preferida, la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se limita de manera que no se sobrepasa una velocidad de modificación máxima para el ángulo de paso de pala. De esta manera se puede asegurar que la regulación para el paso de pala no se sobreexcite o se predeterminen valores de consigna, que sólo se pueden conseguir con claros retardos de la regulación.

5

En otra configuración preferida, el valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala se regula, como en el funcionamiento regular, en función de la velocidad de giro. Esto permite continuar la regulación dependiente de la velocidad de giro del ángulo de paso de pala también en el caso de un fallo de red y facilita la regulación al finalizar el fallo de red.

10

En un perfeccionamiento preferido del procedimiento según la invención, la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se intercala después del reconocimiento del fallo de red mediante el cierre de un interruptor. El interruptor puede estar realizado en el hardware o software. De este modo se puede conseguir que la magnitud de corrección proporcione directamente después de producirse el fallo de red una contribución al valor de consigna del

15

ángulo de paso de pala. El objetivo según la invención se consigue igualmente mediante una instalación de energía eólica, que presenta un rotor con al menos una pala de rotor regulable en su ángulo de paso de pala, así como una regulación de paso de pala, que determina para al menos una pala de rotor un valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ajuste del ángulo de paso de pala. La instalación de energía eólica posee además un generador conectado con el rotor, que genera una potencia eléctrica para la red de alimentación eléctrica. Según la invención está previsto un control que, reaccionando a un fallo de red, determina una modificación del par de generador y le transmite a la regulación de paso de pala una magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala, que depende de la modificación del par de generador y un valor del ángulo de paso de pala, ajustando la regulación de paso de pala el

20

25

30

ángulo de paso de pala conforme a un valor de consigna corregido, que se determina a partir del valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala y la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala. En una instalación de energía eólica según la invención está previsto un control, que reacciona a un fallo de red y genera una magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala. La magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se añade a un valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala, a fin de obtener un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala, que se puede ajustar a través de una regulación de paso de pala. En tanto que el valor de corrección para el ángulo de paso de pala se genera directamente reaccionando a un valor de red, la instalación de energía eólica según la invención puede reaccionar de forma rápida y fiable al fallo de red.

35

En una configuración preferida, el valor de corrección para el ángulo de paso de pala se limita de manera que no se sobrepasa una velocidad de modificación máxima para el ángulo de paso de pala.

La presente invención se explica más en detalle mediante un ejemplo de realización. Muestra:

40

Fig. 1 un diagrama de bloques de una estructura de regulador para la determinación de un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala,

Fig. 2 un diagrama de bloques de una estructura de regulador alternativa para la determinación de un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala,

45

Fig. 3 un desarrollo de la tensión respecto al tiempo en el caso de un fallo de red,

Fig. 4 un desarrollo de la potencia activa respecto al tiempo en el caso de un fallo de red, y

50

Fig. 5 la relación entre par y ángulo de paso de pala.

La fig. 1 muestra en una vista esquemática una estructura de regulador para la determinación de un valor de consigna corregido para un ángulo de paso de pala  $\beta_{s, corr}$  34. Como magnitud de entrada en la estructura de regulador se aplica el valor de consigna para la velocidad de giro  $n_s$  20 y el valor real de la velocidad de giro  $n_a$  22. Además, el valor real de la potencia activa  $P_a$  24 o de la corriente activa  $I_a$  25 y el valor real o el valor de consigna del ángulo de paso de pala  $\beta_a$ ,  $\beta_s$  26, 27.

55

El valor de consigna para la velocidad de giro  $n_s$  20 y el valor real para la velocidad de giro  $n_a$  22 se aplican en un regulador 10. El regulador 10 puede poseer diferentes configuraciones, estando previsto en cada configuración un

60

órgano proporcional P. Además, según la configuración seleccionada para el regulador 10 puede estar previsto

adicionalmente un órgano integral I o un órgano diferencial D o ambos. Como resultado el regulador 10 proporciona un valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $\beta_n$  30. Cuando el interruptor S1 16 está abierto, el valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $\beta_n$  30 se transfiere sin adición de otro ángulo de paso de pala en el órgano de adición 18 como valor de consigna para el ángulo de paso de pala  $\beta_{s, corr}$  34 a los siguientes accionamientos de regulación 5 (no representados) para el ángulo de paso de pala.

Adicionalmente la estructura de regulador representada en la fig. 1 prevé que en la etapa 12 a partir del valor real de la potencia activa  $P_a$  24 y el valor real de la velocidad de giro  $n_a$  22 se calcule un par de generador  $M_G$ . Alternativamente el par de generador  $M_G$  también se puede calcular a partir de un valor real de una corriente  $I_a$ , por ejemplo una corriente activa. El cálculo del par de generador  $M_G$  se realiza en este caso a través de la relación:

$$M_G = \frac{P_a \cdot 60}{2\pi \cdot n_a}$$

El par de generador  $M_G$  así determinado se calcula de forma continua y la modificación temporal del par de generador  $\Delta M$  28 se convierte, en función del valor real o valor de consigna para el ángulo de paso de pala  $\beta_a$ ,  $\beta_s$  26, 27, en un valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala en el caso de un fallo de red  $\beta_{FRT}$  32. En la etapa del procedimiento 14 tiene lugar, en función de la modificación del par de generador  $\Delta M$  28, una amplificación del valor real o valor de consigna para el  $\beta_a$ ,  $\beta_s$  26, 27, a fin de determinar el valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala en el caso de un fallo de red  $\beta_{FRT}$  32. En particular el fallo de red se puede reconocer por la aparición de un valor de  $\Delta M$ , que es distinto de cero. Alternativamente también es posible reconocer un fallo de red mediante una medición de la tensión de red. En el caso de un fallo de red se cierra el interruptor S1 16, de modo que el valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala  $\beta_{s, corr}$  34 se produce como la suma del valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $\beta_n$  30 y el valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala en el caso de un fallo de red  $\beta_{FRT}$  32.

La fig. 2 muestra una estructura de regulador alternativa, en la que no se determina un valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $\beta_n$  30, ni un valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala  $\beta_{FRT}$  32, sino que se procesan las desviaciones temporales para estas magnitudes en la estructura de regulador. La ventaja de procesar las desviaciones temporales de estas magnitudes en la estructura de regulador consiste en que en este caso se pueden definir límites de velocidad de forma especialmente sencilla, de modo que los valores de consigna para el ángulo de paso de pala tienen en cuenta una velocidad de regulación máxima para el ángulo de paso de pala en la pala de rotor. En la estructura de regulador alternativa según la fig. 2 se aplica un valor de consigna para la velocidad de giro  $n_s$  20 y un valor real para la velocidad de giro  $n_a$  22 en un regulador 40. El regulador puede estar realizado de nuevo como un regulador con un órgano proporcional P, pudiendo estar previsto adicionalmente un órgano integral I y/o un órgano diferencial D. Al contrario que en el ejemplo de realización de la fig. 1, la magnitud de partida del regulador 40 se considera y se procesa posteriormente como desviación temporal de un valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $d\beta_n/dt$  56.

Como ya en la estructura de regulador de la fig. 1, la desviación temporal del valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $d\beta_n/dt$  56 se transmite a través del órgano de adición 50 a un órgano de limitación 52, en el caso de que no exista un fallo de red y el interruptor 48 esté abierto por ello. El órgano de limitación 52 limita la desviación temporal del valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $d\beta_n/dt$  56 a un valor máximo permitido de la velocidad de regulación, que se puede alcanzar por los accionamientos de regulación para el ángulo de paso de pala. La desviación temporal así limitada se integra respecto al tiempo en una etapa 54 siguiente, de modo que un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala  $\beta_{s, corr}$  55 constituye la magnitud de partida de la estructura de regulador según la fig. 2.

En una etapa del procedimiento 42, según se ha explicado anteriormente, a partir del valor real aplicado para la velocidad de giro  $n_a$  22 y el valor real para la potencia activa  $P_a$  24 se calcula el par de generador  $M_G$  de la instalación de energía eólica y se determina su modificación temporal  $\Delta M$  28. Alternativamente el par de generador  $M_G$  también se puede calcular a partir del valor real de una corriente  $I_a$ , por ejemplo una corriente activa. En función de la modificación temporal de par de generador  $\Delta M$  28 se amplifica el valor real o valor de consigna para el ángulo de paso de pala  $\beta_a$ ,  $\beta_s$  26, 27 en la etapa del procedimiento 44, para obtener el valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala al existir un fallo de red  $\beta_{FRT}$  32. Esencialmente la etapa del procedimiento 44 de la fig. 2 se corresponde con la etapa del procedimiento 14 de la fig. 1. En una etapa del procedimiento 46 siguiente se diferencia el valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala al existir un fallo de red  $\beta_{FRT}$  32, de modo

- que la desviación temporal del valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala al existir un fallo de red  $d\beta_{FRT}/dt$  58 se aplica en el interruptor 48. Si en la etapa del procedimiento 42 se reconoce un fallo de red mediante la modificación del par de generador  $\Delta M$  28 o por otros motivos se produce el reconocimiento de un fallo de red, entonces el interruptor S2 48 se cierra y las desviaciones temporales del valor propuesto para el ángulo de paso de pala  $d\beta_N/dt$  56 y del valor de consigna adicional para el ángulo de paso de pala al existir un fallo de red  $d\beta_{FRT}/dt$  58 se adicionan en la etapa 50. En una etapa 52 siguiente se realiza la limitación de la suma formada por las desviaciones temporales a la velocidad de regulación máxima de los accionamientos de ajuste para el ángulo de paso de pala. Para poner a disposición un valor de consigna para el control de los accionamientos de regulación, con el integrador 54 siguiente se integra el valor limitado en la etapa 52 y se entrega el valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala  $\beta_{s, corr}$  55. Mediante la desviación temporal del ángulo de paso de pala, que se ha calculado a partir de una caída de potencia o de par abrupta, la desviación temporal puede estar presente en forma de un impulso corto que sólo provoca una regulación breve del ángulo de paso de pala. Mediante la etapa 52 y el control de los accionamientos de regulación para el ángulo de paso de pala se garantiza que también se trate el ángulo de consigna que se produce.
- 15 La ventaja especial de las estructuras de regulador de la fig. 1 y fig. 2 consiste en que en el caso de error se pueden intercalar los valores de corrección 32, 58 correspondientes mediante el cierre del interruptor S1 16 o S2 48, mientras que prosigue la otra determinación del valor de consigna. Si el caso de error dura hasta por ejemplo 3 segundos, así los interruptores S1 16 o S2 48 también permanecen cerrados más allá del caso de error durante un tiempo predeterminado.
- 20 La fig. 3 muestra un desarrollo temporal de la tensión de red U respecto al tiempo t al producirse un fallo de red. En el instante  $t_1$  se produce una caída de tensión que dura hasta el instante  $t_2$ . A continuación está presente de nuevo la tensión nominal  $U_N$  en la red.
- 25 La fig. 4 muestra un desarrollo de la potencia activa P alimentada por la instalación de energía eólica respecto al tiempo t, que desciende a causa de la tensión de red U que cae en  $t_1$  y con la tensión de red U que comienza desde  $t_2$  aumenta de nuevo a la potencia nominal  $P_N$ .
- 30 La fig. 5 clarifica la problemática técnica que sirve de base a la invención. La fig. 5 muestra una curva de pala de rotor con viento nominal, en la que el par de la pala de rotor  $M_R$  está trazado respecto al ángulo de paso de pala  $\beta$ . En la zona de los valores  $\beta$  pequeños se puede reconocer claramente que la modificación del par  $\Delta M_R$  sólo depende débilmente de una modificación del ángulo de paso de pala  $\Delta\beta$ . Si así al aparecer un fallo se intenta regular el par de la instalación de energía eólica con un regulador convencional para el ángulo de paso de pala, entonces esta regulación es muy insensible. En el procedimiento según la invención, conforme a la fig. 2 en el caso de la conversión del par M en un valor de corrección  $\beta_{sFRT}$  36 mediante una amplificación 32 dependiente de  $\beta_a$  26 se consigue que el valor de corrección para los valores más pequeños de  $\beta$  resulte mayor que para los valores  $\beta$  más grandes, dado que el par de la pala de rotor  $M_R$  en el rango de valores más pequeños de  $\beta$  es más insensible para una modificación de  $\beta$ .
- 40

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica al aparecer un fallo de red por caída de una tensión de red, en el que la instalación de energía eólica presenta un rotor con al menos una pala de rotor regulable en su ángulo de paso de pala ( $\beta$ ), un generador conectado con el rotor para la generación de una potencia eléctrica  $P$  y al menos un dispositivo para la detección de un valor real de la velocidad de giro del generador ( $n_a$ ), de un valor del ángulo de paso de pala ( $\beta_a$ ,  $\beta_s$ ) y de un valor real de una magnitud representativa para un par de generador ( $M_G$ ), en el que el valor real de una magnitud representativa para el par de generador ( $M_G$ ) es un valor real de una potencia activa  $P_a$  generada o de una corriente activa  $I_a$ , con las siguientes etapas del procedimiento:
- reconocimiento de un fallo de red por una caída de la tensión de red, en el que el reconocimiento del fallo de red se realiza en función de un mensaje de error, que se genera en un inversor y/o el generador,
  - detección del valor real de la magnitud representativa para el par de generador ( $M_G$ ) y del valor real de la velocidad de giro del generador ( $n_a$ ), cuando se ha reconocido un fallo de red,
  - determinación de una modificación del par de generador ( $\Delta M_G$ ),
  - detección del valor para el ángulo de paso de pala ( $\beta_a$ ,  $\beta_s$ ),
  - determinación de una magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala ( $\beta_{FRT}$ ) en función de la modificación del par de generador ( $\Delta M_G$ ) y el valor para el ángulo de paso de pala ( $\beta_a$ ,  $\beta_s$ ),
  - determinación de un valor de consigna corregido para el ángulo de paso de pala, que se produce por un valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala y de la magnitud de corrección determinada para el ángulo de paso de pala ( $\beta_{FRT}$ ), en el que por consiguiente se reacciona a la modificación del par de generador ( $\Delta M_G$ ), que se produce a causa del fallo de red.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se detecta un valor real del ángulo de paso de pala.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se detecta un valor de consigna del ángulo de paso de pala.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por**
- detección del valor real para un ángulo de paso de pala ( $\beta_a$ ,  $\beta_s$ ) y
  - determinación de la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala en función de la modificación del par de generador ( $\Delta M_G$ ) y el valor real o valor de consigna para el ajuste de paso de pala ( $\beta_a$ ,  $\beta_s$ ).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se determina como ángulo ( $\beta_{FRT}$ ).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se determina como velocidad de modificación de un ángulo ( $d\beta_{FRT}/dt$ ).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala está limitada de manera que no se sobrepasa una velocidad de modificación máxima para el ángulo de paso de pala.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** en un funcionamiento regular, el valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala se regula en función de un valor real y un valor de consigna de la velocidad de giro.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala se aplica después del reconocimiento de un fallo de red.
10. Instalación de energía eólica con un rotor, que presenta al menos una pala de rotor regulable en su ángulo de paso de pala, una regulación de paso de pala, que para la al menos una pala de rotor determina un valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ajuste del ángulo de paso de pala, y con un generador conectado con el rotor, que genera una potencia eléctrica para la red de alimentación eléctrica,
- caracterizada porque**
- está previsto un control, que determina una modificación de un par de generador en respuesta a un fallo de red por

una caída de una tensión de red y le transmite a la regulación de paso de pala una magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala en función de la modificación del par de generador y un valor para el ángulo de paso de pala, realizándose el reconocimiento del fallo de red en función de un mensaje de error que se genera en un inversor y/o el generador, y ajustando la regulación de paso de pala el ángulo de paso de pala conforme a un valor de consigna corregido, que se deduce del valor de consigna dependiente de la velocidad de giro para el ángulo de paso de pala y de la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala, reaccionándose por consiguiente a la modificación del par de generador que se producen a causa del fallo de red.

11. Instalación de energía eólica según la reivindicación 10, **caracterizada porque** la magnitud de corrección para el ángulo de paso de pala está limitada de manera que no se sobrepasa una velocidad de modificación máxima para el ángulo de paso de pala.



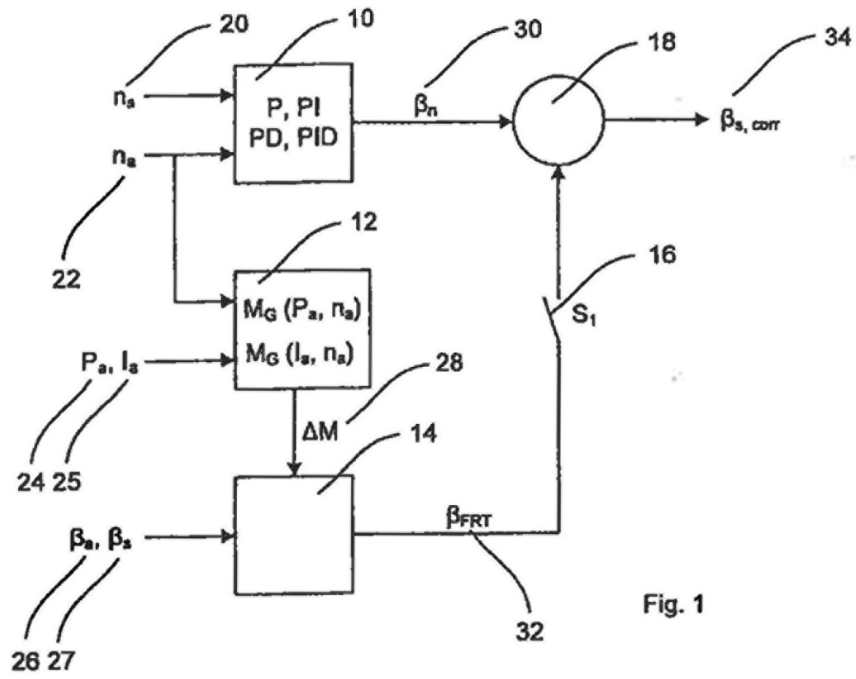


Fig. 1

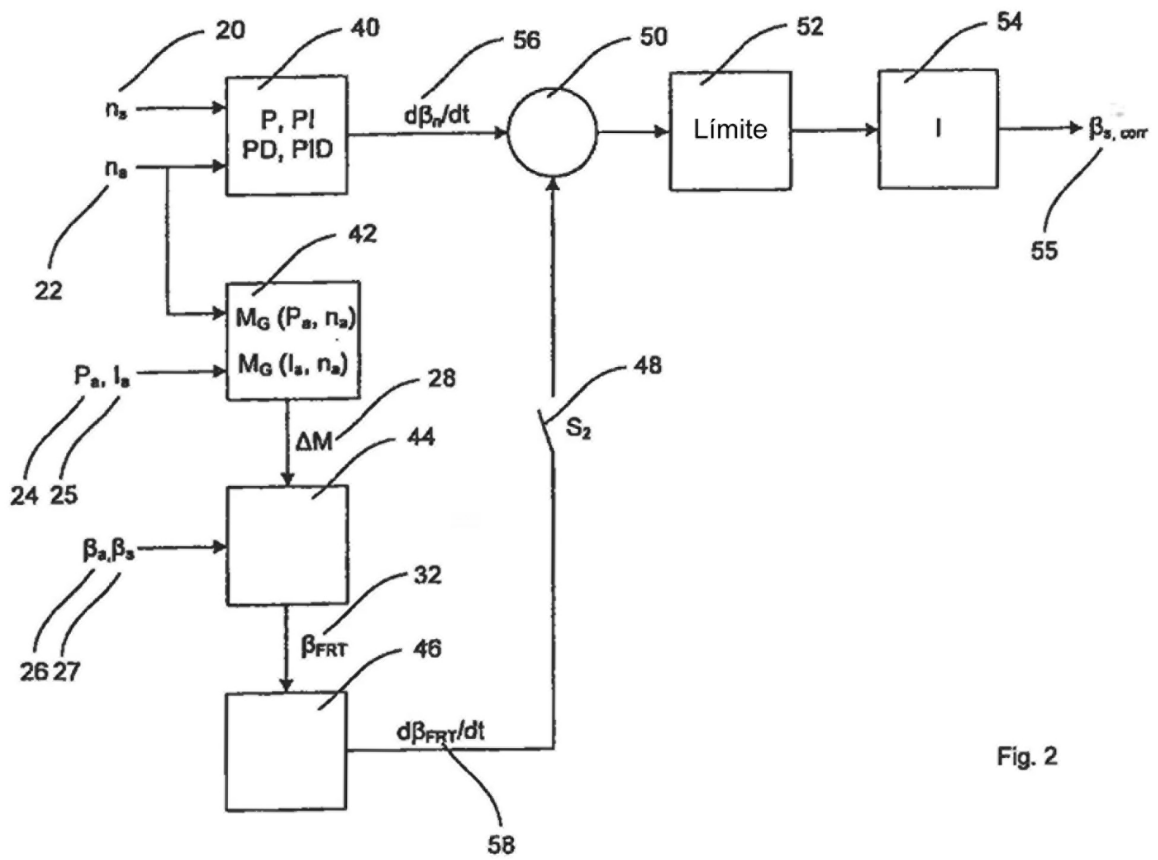


Fig. 2

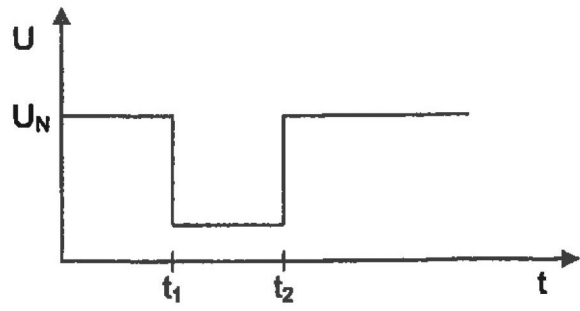


Fig. 3

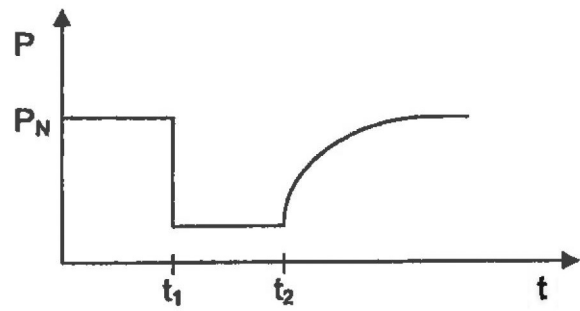


Fig. 4

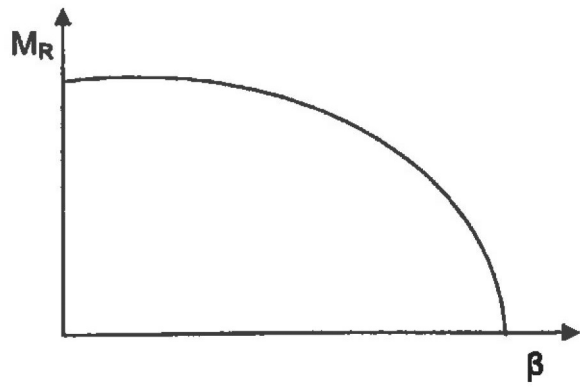


Fig. 5