

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 401**

51 Int. Cl.:

**F03D 9/00** (2006.01)

**F03D 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2010 E 10703638 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2411666**

54 Título: **Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas para una planta de energía eólica**

30 Prioridad:

**27.03.2009 DE 102009003691**

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

**03.05.2013**

73 Titular/es:

**SSB WIND SYSTEMS GMBH & CO. KG (100.0%)  
Neuenkirchener Strasse 13  
48499 Salzbergen, DE**

72 Inventor/es:

**KESTERMANN, HERMANN;  
UPSING, JOSEF y  
WIBBEN, NORBERT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 402 401 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

Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas para una planta de energía eólica

5 La invención se refiere a un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas para una planta de energía eólica, con por lo menos un convertidor eléctrico, por lo menos un motor eléctrico acoplado eléctricamente con el convertidor, que es alimentado o puede ser alimentado por el convertidor, por lo menos una unidad de supervisión mediante la cual se puede supervisar la corriente eléctrica de salida cedida por el convertidor al motor eléctrico y determinar en función de esto un estado de carga del convertidor, y por lo menos una unidad limitadora de corriente mediante la cual se reduce o se puede reducir en un estado de sobrecarga del convertidor la corriente máxima de salida posible a una corriente nominal que es menor que una corriente de punta que proporciona o puede proporcionar el convertidor en un estado sin sobrecarga como corriente máxima de salida posible. La invención se refiere además a un procedimiento para el control de un convertidor de un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas de una planta de energía eólica.

10 En el documento DE 20 2005 012 040 U1 se da a conocer una instalación eléctrica para ajustar las aspas del rotor con una fuente de corriente no constante con limitación de la tensión para alimentar simultáneamente un ondulator y una unidad de circuito intermedio, empleándose opcionalmente un sistema acumulador a base de un elemento de desacoplamiento y un acumulador o un condensador de circuito intermedio. La curva característica de corriente-tensión de la fuente de intensidad constante está ajustada con una limitación de tensión de tal modo que la unidad de circuito intermedio solamente es requerida en el caso de interrumpirse la red o de que haya unas cargas elevadas de corta duración del motor, actuando como sumidero de la energía eléctrica realimentada desde el rotor de la planta de energía eólica.

15 En el documento DE 10 2006 009 127 A1 se describe una planta de energía eólica con rotor con las aspas de rotor cuyo ángulo de incidencia se puede modificar mediante un dispositivo de ajuste del paso, estando previsto para el ajuste un servomotor conectado a un circuito de ajuste del paso y a un circuito de emergencia, donde durante el régimen normal las aspas del rotor son accionadas por medio del circuito de ajuste del paso, y durante un régimen de emergencia mediante el circuito de emergencia, comprendiendo el circuito de emergencia un acumulador eléctrico de energía, un dispositivo de conmutación, conductores de unión con el servomotor y una instalación de protección. La instalación de protección comprende un módulo detector del flujo de potencia que está realizado para determinar si fluye potencia eléctrica al o desde el servomotor, y además un módulo de descarga que está realizado para limitar la tensión y/o la corriente en el circuito de emergencia en el caso de un flujo de potencia desde el servomotor.

20 En las plantas de energía eólica se emplean para la regulación de la posición de las aspas del rotor unos accionamientos con convertidores como sistemas de accionamiento del paso. Los sistemas de accionamiento pueden estar realizados tanto a base de corriente continua, comprendiendo un convertidor de corriente continua con motor de corriente continua (motor de excitación en serie, máquina de excitación en derivación o también máquina de excitación mixta), así como también a base de corriente alterna, comprendiendo un convertidor de frecuencia (con o sin regulación orientada por vector) y una máquina trifásica (máquina asíncrona o máquina síncrona). Para salvar las oscilaciones de tensión o los cortes de tensión pasajeros se acopla en los convertidores auto conducidos con circuito intermedio de corriente continua, por medio de diodos sobre el circuito intermedio un acumulador o condensador. De este modo se puede tomar en estas situaciones la energía necesaria de los acumuladores.

25 Con el fin de no rebasar la máxima capacidad de carga de corriente de los convertidores se supervisa la corriente actual. El límite de corriente admisible de los convertidores está diseñado especialmente de modo que para un determinado tiempo definido se admite una punta de corriente dinámica, después de lo cual se reduce a una corriente nominal que es menor que la corriente de punta.

30 En el caso del empleo de accionamientos de corriente continua se conecta el motor directamente a un acumulador para realizar una salida de emergencia en sentido hacia una posición segura (posición de las aspas de rotor en bandera), por medio de unos contactos de conmutación. Para asegurar la salida de emergencia necesaria en sentido hacia una posición segura se requiere por lo tanto un convertidor en el caso de corriente alterna. Este concepto se emplea de forma análoga profusamente para accionamientos de corriente continua, ya que de este modo desaparece la necesidad de efectuar una conmutación.

35 La corriente de punta dinámica está disponible en los convertidores durante un tiempo especificado (que depende del valor efectivo y de la carga previa), siendo este tiempo válido en el caso de que no haya ninguna carga previa. A continuación se reduce hasta la corriente permanente ajustada (corriente nominal). El valor y el periodo de tiempo vienen especificados fijos. Además tiene lugar la supervisión de la corriente por medio de lo que se llama un cálculo Ixt.

40 En el caso de una correspondiente carga previa y una demanda de corriente actual, puede llegar a suceder que el convertidor permita ya solamente la corriente nominal. Según el momento de carga esto puede dar lugar a que no se alcance el valor de revoluciones requerido para el motor afectado, hasta llegar a la parada del accionamiento, lo que

puede dar lugar a unas asimetrías peligrosas entre las posiciones de las aspas del rotor. Mediante una supervisión de orden superior de la posición del rotor se activa finalmente en un caso así la salida de emergencia.

5 La invención tiene por lo tanto como base el objetivo de perfeccionar un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas de la clase citada inicialmente, de tal modo que incluso en el caso de que exista una carga previa del ondulator se pueda continuar asegurando en gran medida el funcionamiento regular del motor.

Este objetivo se resuelve de acuerdo con la invención mediante un accionamiento de ajuste del ángulo de las aspas según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 10. Unos perfeccionamientos preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones subordinadas.

10 El dispositivo de regulación del ángulo de las aspas conforme a la invención para una planta de energía eólica presenta por lo menos un convertidor eléctrico, por lo menos un motor eléctrico acoplado eléctricamente con el convertidor, que está alimentado o puede ser alimentado por el convertidor, por lo menos una unidad de supervisión mediante la cual se vigila la corriente de salida cedida por el convertidor al motor eléctrico, y donde en función de esto se determina o se puede determinar un estado de carga del convertidor, por lo menos una unidad limitadora de corriente mediante la cual se reduce o se puede reducir la corriente de salida máxima posible hasta una corriente nominal que es inferior a una corriente  
15 de punta que el convertidor facilita o puede facilitar en un estado sin sobrecarga como máxima corriente de salida posible, y por lo menos una unidad adicional activable mediante cuya activación se facilita o puede facilitar como corriente máxima de salida posible la corriente de punta, y esto con independencia del estado de carga del convertidor en el momento de la activación. Mediante la activación se puede proporcionar en particular como corriente máxima de salida posible la corriente de punta durante un periodo de tiempo definido o por lo menos durante un periodo de tiempo definido.

20 Mediante la activación de la unidad adicional se asegura que la corriente de punta, especialmente para el periodo de tiempo definido, sigue estando disponible o puede estarlo si debido al estado de carga sin activación ya no se pudo facilitar o solo durante un periodo de tiempo que es inferior al periodo de tiempo definido. De este modo el motor puede seguir trabajando regularmente en numerosas situaciones en las que sin la unidad adicional habría llegado a la parada o habría seguido trabajando con velocidad reducida.

25 La activación puede tener lugar de modo interno y/o externo en o desde el convertidor. Una activación externa tiene lugar por ejemplo por medio de un sistema de control, en particular por un control del convertidor, del accionamiento de regulación del ángulo de las aspas y/o de la planta eólica. La corriente de punta es preferentemente de vez y media o/hasta el doble de la corriente nominal.

30 En un estado sin sobrecarga del convertidor se limita preferentemente la corriente de salida hasta la corriente de punta o se puede limitar hasta este valor mediante la unidad de limitación de la corriente. En particular el estado de carga del convertidor puede representar un estado de sobrecarga, un estado sin sobrecarga y/o un estado con carga pero no sobrecargado del convertidor.

35 Una señal de carga que caracterice el respectivo estado de carga del convertidor se determina o se puede determinar mediante la unidad de supervisión. La señal de carga representa en particular en un momento siempre solamente uno de los estados de carga.

40 Mediante la activación de la unidad adicional se puede reponer el valor de la señal de carga a un valor que caracterice el estado sin carga. Esta reposición tiene lugar en particular mediante la unidad adicional. Debido a la reposición de la señal de carga se borran en particular los antecedentes de la carga del convertidor, de modo que se proporciona o se puede proporcionar la corriente de punta, preferentemente para un periodo de tiempo o por lo menos para un periodo de tiempo que se corresponda en particular con el periodo de tiempo definido. La señal de carga que ha sido repuesta representa preferentemente en cuanto a la carga del convertidor un estado del accionamiento de regulación del ángulo de las aspas recién conectado. Mediante la reposición de la señal de carga se tiene la posibilidad de facilitar la corriente de punta en situaciones en las que, si se tienen en cuenta los antecedentes de la carga del convertidor, generalmente ésta se habría reducido a la corriente nominal.

45 Para poder evitar un daño del convertidor causado por las múltiples reposiciones de la señal de carga, se limita preferentemente hacia abajo la distancia en el tiempo entre activaciones consecutivas. En particular la distancia de tiempo mínima entre dos activaciones inmediatamente consecutivas es por lo menos de un periodo de tiempo mínimo.

50 La señal de carga preferentemente no depende solo de la carga actual sino también de una carga previa del convertidor. El estado de sobrecarga está caracterizado por ejemplo por un primer valor, mientras que el estado sin carga se caracteriza por ejemplo por un segundo valor que se diferencia del primer valor, en particular que es menor que el primer valor. Dependiendo de la carga previa del convertidor, el valor de la señal de carga corresponde por lo tanto al primer valor, al segundo valor o a un tercer valor situado entre el primer valor y el segundo valor, que también se puede designar como valor intermedio. El segundo valor es preferentemente cero.

- 5 La unidad de supervisión puede realizarse de forma analógica y/o digital. De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención, la unidad de supervisión comprende un circuito en serie a base de un condensador y una resistencia, al cual se aplica o se puede aplicar una tensión proporcional a la corriente de salida, con lo cual la señal de carga se forma a partir de la tensión aplicada al condensador. La activación de la unidad adicional tiene lugar entonces por ejemplo mediante una descarga del condensador.
- 10 De acuerdo con un perfeccionamiento alternativo de la invención está previsto un ordenador digital, con el cual está formada en su totalidad o en parte la unidad de supervisión. De acuerdo con una realización de la invención, el ordenador reproduce o puede reproducir numéricamente un circuito en serie a base de un condensador y de una resistencia, al cual se aplica o se puede aplicar una tensión proporcional a la corriente de salida, estando formada la señal de carga por la tensión aplicada al condensador, que se determina o se puede determinar por medio del ordenador. La tensión proporcional a la corriente de salida así como la tensión aplicada al condensador son en particular valores numéricos de la reproducción numérica del circuito en serie.
- 15 Cada una de las unidades puede estar realizada en su totalidad o en parte de forma analógica y/o digital. Por lo tanto también la unidad adicional y/o la unidad limitadora de corriente están formadas preferentemente en su totalidad o en parte por el ordenador.
- 20 Para realizar la unidad de supervisión se puede emplear también o reproducir numéricamente otro procedimiento numérico u otro circuito electrónico que puede representar respecto al convertidor un estado sin carga, un estado de sobrecarga y preferentemente también por lo menos un estado intermedio, que represente en particular un estado del convertidor cargado pero no sobrecargado y que por lo tanto está situado preferentemente entre el estado sin carga y el estado sobrecargado.
- 25 Preferentemente está prevista por lo menos un aspa de rotor acoplada con el motor eléctrico, que mediante el motor eléctrico se puede girar alrededor de un eje del aspa de rotor. El acoplamiento entre el motor eléctrico y el aspa del rotor tiene lugar en particular de modo mecánico.
- 30 La invención se refiere además a una planta de energía eólica con un soporte en el cual se apoya un rotor giratorio alrededor de un eje de rotor, accionado o que puede ser accionado por el viento, que presenta un buje de rotor y varias aspas de rotor que van apoyadas cada una en el buje del rotor, giratorias alrededor de un eje de aspa de rotor, y un sistema de regulación del ángulo del aspa que presenta por cada aspa de rotor un accionamiento de regulación del ángulo del aspa conforme a la invención, mediante el cual se puede girar el respectivo aspa del rotor alrededor de su eje de aspa de rotor. Para ello cada aspa de rotor está acoplada preferentemente con el motor eléctrico del respectivo accionamiento de regulación del ángulo del aspa, especialmente mediante un acoplamiento mecánico. Cada uno de los accionamientos de regulación del ángulo del aspa puede estar perfeccionado conforme a todas las realizaciones descritas a este respecto.
- 35 El número de aspas del rotor es preferentemente por lo menos de dos o por lo menos de tres. En particular, el número de aspas del rotor es de tres. Cada uno de los ejes de las aspas del rotor transcurre en particular en dirección transversal o inclinada respecto al eje del rotor.
- 40 La invención se refiere además a un procedimiento para el control de un convertidor de un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas de una planta de energía eólica, en el que por lo menos un motor eléctrico acoplado eléctricamente con el convertidor es alimentado por el convertidor, donde se supervisa la corriente eléctrica de salida cedida por el convertidor al motor eléctrico y en función de ello se determina el estado de carga del convertidor, reduciéndose en un estado de sobrecarga del convertidor la corriente de salida máxima admisible a una corriente nominal que es inferior a la corriente de punta que el convertidor facilita en un estado sin sobrecarga como corriente máxima posible de salida, y donde como respuesta a una activación se facilita la corriente de punta como corriente máxima posible de salida, y esto con independencia del estado de carga en el momento de la activación. Como consecuencia de la activación se facilita como máxima corriente de salida posible la corriente de punta durante un periodo de tiempo definido o por lo menos durante un periodo de tiempo definido.
- 45 El procedimiento conforme a la invención se lleva a cabo preferentemente utilizando el accionamiento de regulación del ángulo de las aspas conforme a la invención, de modo que el procedimiento puede estar perfeccionado de acuerdo con todas las realizaciones descritas a este respecto. La característica de que como máxima corriente de salida posible se facilita la corriente de punta no tiene por qué tener necesariamente la consecuencia de que como corriente de salida fluya efectivamente la corriente de punta. Ahora bien, esto es posible.
- 50 El estado de carga del convertidor representa preferentemente un estado de sobrecarga del convertidor, un estado descargado del convertidor o un estado cargado pero no sobrecargado (estado intermedio) del convertidor. Preferentemente se determina una señal de carga que caracterice el respectivo estado de carga del convertidor, y mediante la activación se repone en particular el valor de la señal de carga a un valor que caracterice el estado sin carga.

De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención se aplica una tensión proporcional a la corriente de salida a un circuito en serie real o numérico simulado, a base de un condensador y de una resistencia, formándose la señal de carga a partir de la tensión aplicada en el condensador.

5 La reducción o limitación de la corriente de salida máxima posible a la corriente nominal en estado de sobrecarga del convertidor tiene lugar preferentemente por medio de la unidad limitadora de corriente. Además la corriente de salida del estado de carga está preferentemente supervisada o determinada por la unidad de supervisión. La reposición de la señal de carga al estado sin carga tiene lugar preferentemente por medio de la unidad adicional. El aspa del rotor se gira alrededor del eje del aspa de rotor preferentemente mediante el motor eléctrico.

10 La invención se describe a continuación sirviéndose de una forma de realización preferente y haciendo referencia al dibujo. En el dibujo muestran:

la figura 1: una representación esquemática de una planta de energía eólica,

la figura 2: un esquema de bloques esquemático de un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas,

la figura 3: un esquema de bloques esquemático de una unidad de supervisión,

la figura 4: una variación esquemática de la señal de carga,

15 la figura 5: una variación esquemática de la corriente del motor,

la figura 6: una representación esquemática de la unidad de supervisión según una alternativa, y

la figura 7: una vista en planta esquemática sobre el rotor de la planta de energía eólica.

20 En la figura 1 se puede ver una vista esquemática de una planta de energía eólica 1, que comprende una torre 3 colocada sobre un cimiento 2, en cuyo extremo alejado del cimiento 2 está dispuesta una góndola 4. La góndola 4 presenta una sujeción (soporte) 5 en el cual va apoyado de modo giratorio un rotor 6 que comprende un buje del rotor 7 y varias aspas del rotor 8, 9 y 10 unidas a éste (véase también la figura 7). El rotor 6 está acoplado mecánicamente con un generador eléctrico 11 que está dispuesto en la góndola 4 y que va fijada en el soporte 5.

25 En el rotor 6 está dispuesto un sistema de regulación del ángulo de las aspas 12, que presenta unos accionamientos de regulación de las aspas del rotor 14 que comprenden convertidores 13, según una forma de realización de la invención, mediante los cuales se pueden girar las aspas del rotor 8, 9 y 10 alrededor de su respectivo eje longitudinal (eje del aspa del rotor) 15, 16 ó 17 con relación al buje del rotor 7 (véase también la figura 7). El rotor gira alrededor de un eje del rotor 19 gracias a la fuerza del viento 18.

La figura 7 muestra una vista en planta esquemática del rotor 6, donde se ven las tres aspas del rotor 8, 9 y 10.

30 En la figura 2 está representado un esquema de bloques esquemático de uno de los accionamientos de regulación del ángulo de las aspas 14 del sistema de regulación de las aspas del rotor 12, donde en este caso un motor eléctrico 20 realizado como motor de corriente continua está acoplado eléctricamente con uno de los convertidores 13, que está unido a su red de alimentación eléctrica 21 y que se alimenta desde ésta. El convertidor 13 está además unido a un sistema de control 22 mediante el cual se controla el convertidor 13. El convertidor 13 comprende un rectificador 23, un circuito intermedio con condensador 24 y un interruptor periódico de corriente continua 25. El motor 20 está acoplado mecánicamente con el aspa del rotor 8, la cual se puede girar alrededor del eje del aspa del rotor 15 mediante el motor 20.

35 Tal como se puede ver por la figura 3, el convertidor 13 comprende una unidad de supervisión 26 que presenta un circuito en serie a base de una resistencia R y un condensador C, a la cual se aplica una tensión UM proporcional a la corriente del motor (corriente de salida) IM, que se determina mediante un amperímetro 27. La tensión UC aplicada al condensador forma una señal de carga que caracteriza la carga del convertidor 13. En paralelo con el condensador C está conectado un circuito en serie a base de una resistencia de descarga R<sub>e</sub> y un conmutador S, pudiendo descargarse el condensador C al cerrar el conmutador S. Por lo tanto, el circuito a base de la resistencia de descarga R<sub>e</sub> y el conmutador S forma una unidad adicional 28 mediante la cual se puede descargar el condensador C y por lo tanto reponer la señal de carga UC a un estado sin carga. El conmutador S, que puede estar realizado por ejemplo como relé o como transistor, se puede cerrar para descargar el condensador C mediante una señal de activación 29. La señal de activación 29 sirve por lo tanto para la activación de la unidad adicional 28 y es emitida o puede ser emitida en este caso en particular por el sistema de control 22. La resistencia R<sub>e</sub> es preferentemente de un bajo valor óhmico, de modo que puede tener lugar una descarga rápida del condensador C. De acuerdo con una alternativa, el conmutador S está conectado directamente en paralelo con el condensador C, con lo cual desaparece la resistencia R<sub>e</sub>.

En la figura 4 está dibujada a título de ejemplo la variación de la señal de carga UC a lo largo del tiempo t, donde UO

representa el estado sin carga del convertidor 13 en el momento  $t_0$ . Como corriente del motor IM fluye aquí permanentemente una corriente punta máxima admisible IS, de modo que se carga el condensador C y aumenta la tensión UC. En un momento  $t_1$  se cierra el conmutador S y se descarga el condensador C, de modo que la señal de carga UC vuelve a aproximarse al estado sin carga U0. La corriente de punta IS sigue por lo tanto fluyendo tal como se puede ver por la figura 5 en la que está representada la variación de corriente del motor IM a lo largo del tiempo t. En el momento de la conmutación  $t_1$ , la tensión UC presenta un valor U1, que caracteriza un estado en carga del convertidor 13. El valor U1 está situado entre el valor U0 correspondiente al estado sin carga y un valor U2 que caracteriza un estado sobrecargado del convertidor 13. Para un estado de carga del convertidor 13 admisible caracterizado por el valor UB resulta por lo tanto  $U_0 \leq UB < U_2$ , para lo cual el convertidor 13 puede proporcionar en estado de carga admisible una corriente de punta IS. En la figura 4 está representada la tensión de valor umbral U2 que caracteriza el estado sobrecargado del convertidor 13.

A continuación se parte de que el conmutador S no está cerrado en el momento  $t_1$ , de modo que al seguir fluyendo la corriente de punta IS, la tensión UC alcanza en el momento  $t_2$  el valor umbral U2 (representado con línea de trazos en la figura 4), lo que tiene como consecuencia una reducción inmediata de la corriente de salida IM a una corriente nominal IN (representada con línea de trazos en la figura 5) que es inferior a la corriente de punta IS. Esta reducción de la corriente del motor IM a la corriente nominal IN tiene lugar por medio de una unidad limitadora de corriente 30 que está representada esquemáticamente en la figura 3. La unidad de supervisión 26, la unidad adicional 28 y la unidad limitadora de corriente 30 están reunidas en la figura 2 esquemáticamente formando un bloque 34.

En la figura 6 se puede ver una realización alternativa en la unidad de supervisión 26, que en este caso está formada por un ordenador digital 31. La tensión UM determinada mediante el amperímetro 27 se digitaliza en un convertidor analógico/digital 32 y se trata en el ordenador digital 31. Para ello, la unidad de supervisión 26 está realizada como un programa numérico que se desarrolla en el ordenador digital 31, de modo que la señal de carga UC es un valor que está registrado en una memoria 33. La reposición de la señal de carga 11 puede efectuarse entonces sobrescribiendo en la memoria 33 la zona de memoria asignada al valor de la señal de carga, en particular mediante el valor U0, que es por ejemplo igual a cero. Además, la unidad adicional 28 está realizada como parte del programa que se desarrolla en el ordenador digital 31. Para el caso que se determine una sobrecarga del convertidor 13 ( $UC \geq U_2$ ), el ordenador digital 31 activa correspondientemente la unidad limitadora de corriente 30.

#### Lista de referencias

- 1 Planta de energía eólica
- 2 Cimiento
- 3 Torre
- 4 Góndola
- 5 Soporte/sujeción
- 6 Rotor
- 7 Buje de rotor
- 8 Aspa del rotor
- 9 Aspa del rotor
- 10 Aspa del rotor
- 11 Generador eléctrico
- 12 Sistema de regulación del ángulo de las aspas
- 13 Convertidor
- 14 Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas
- 15 Eje del aspa
- 16 Eje del aspa
- 17 Eje del aspa

- 18 Viento
- 19 Eje del rotor
- 20 Motor eléctrico
- 21 Red eléctrica, preferentemente red de corriente alterna
- 5 22 Sistema de control
- 23 Rectificador
- 24 Condensador del circuito intermedio
- 25 Interruptor periódico de corriente continua
- 26 Unidad de supervisión
- 10 27 Amperímetro
- 28 Unidad adicional
- 29 Señal de activación
- 30 Unidad limitadora de corriente
- 31 Ordenador digital
- 15 32 Convertidor analógico-digital
- 33 Memoria
- 34 Bloque formado por varias unidades
- R Resistencia óhmica
- $R_e$  Resistencia de descarga
- 20 C Condensador
- IM Corriente del motor
- UM Tensión proporcional a la corriente del motor
- UC Señal de carga
- U0 Tensión para el estado sin carga
- 25 U1 Tensión en el momento de la conmutación
- U2 Valor umbral, tensión para el estado de sobrecarga
- S Conmutador
- t0 Momento inicial
- t1 Momento de la conmutación
- 30 t2 Momento de la sobrecarga
- IS Corriente de punta
- IN Corriente nominal

REIVINDICACIONES

- 1.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas para una planta de energía eólica con
- por lo menos un convertidor eléctrico (13),
  - 5 - por lo menos un motor eléctrico (20) acoplado eléctricamente con el convertidor (13), que es alimentado por el convertidor (13) o que puede llegar a serlo,
  - por lo menos una unidad de supervisión (26) mediante la cual se supervisa la corriente de salida (IM) eléctrica cedida por el convertidor (13) al motor eléctrico (20), y en función de ello se determina o se puede determinar un estado de carga del convertidor (13),
  - 10 - por lo menos una unidad de limitación de la corriente (30) mediante la cual se reduce o se puede reducir en un estado de sobrecarga del convertidor (13) la corriente de salida máxima posible (IM) a una corriente nominal (IN), que es inferior que la corriente de punta (IS) que el convertidor (13) facilita o puede facilitar en un estado sin sobrecarga como corriente de salida máxima posible (IM),
- caracterizado porque**
- 15 - por lo menos una unidad adicional (28) activable, mediante cuya activación y con independencia del estado de carga del convertidor en el momento de la activación, se facilita o se puede facilitar la corriente de punta como corriente de salida máxima posible.
- 2.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según la reivindicación 1, **caracterizado porque** mediante la activación se proporciona o se puede proporcionar la corriente de punta como corriente de salida máxima posible para un periodo de tiempo definido.
- 20 3.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** mediante la unidad limitadora de corriente (30) se limita o se puede limitar en un estado sin sobrecarga del convertidor (13) la corriente de salida máxima posible (IM) a la corriente de punta (IS).
- 4.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el estado de carga del convertidor (13) representa o puede representar un estado de sobrecarga del convertidor (13), un estado sin carga del convertidor (13) y/o un estado cargado pero no sobrecargado del convertidor (13).
- 25 5.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**
- mediante la unidad de supervisión (26) se determina o se puede determinar una señal de carga (UC) que caracterice el respectivo estado de carga del convertido (13),
  - 30 - mediante la unidad adicional (28) se repone o se puede reponer el valor de la señal de carga (UC) a un valor que caracterice el estado sin carga.
- 6.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la unidad de supervisión (26) comprende un circuito en serie a base de un condensador (C) y de una resistencia (R), al cual se aplica o se puede aplicar una tensión (UM) proporcional a la corriente de salida (IM), estando formada o pudiendo estar formada la señal de carga (UC) por la tensión aplicada en el condensador (C).
- 35 7.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según la reivindicación 5, **caracterizado por** un ordenador digital (31) que forma en su totalidad o en parte la unidad de supervisión (26), que reproduce o puede reproducir numéricamente un circuito en serie a base de un condensador (C) y de una resistencia (R), al cual se aplica o se puede aplicar una tensión (UM) proporcional a la corriente de salida (IM), estando formado o pudiendo estar formada la señal de carga (UC) a partir de la tensión aplicada al condensador (C), la cual se determina o se puede determinar mediante el ordenador (31).
- 40 8.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la unidad adicional (28) y/o la unidad limitadora de corriente (30) están formadas en su totalidad o en parte por el ordenador (31).
- 9.- Accionamiento de regulación del ángulo de las aspas según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** lo menos por un aspa de rotor (8) acoplada mecánicamente con el motor eléctrico (20), que mediante el motor eléctrico (20) se gira o se puede girar alrededor de un eje del aspa del rotor (15).
- 45 10.- Procedimiento para el control de un convertidor de un accionamiento de regulación del ángulo de las aspas de una planta de energía eólica, en el que

- por lo menos se alimenta mediante el convertidor (13) un motor eléctrico (20) acoplado eléctricamente con el convertidor (13),

- se supervisa la corriente eléctrica de salida (IM) cedida por el convertidor (13) al motor eléctrico (20), y en función de esto se determina un estado de carga del convertidor (13),

- 5 - se reduce la corriente máxima posible de salida (IM) en un estado de sobrecarga del convertidor (13), a una corriente nominal (IN) que es menor que una corriente de punta (IS) que el convertidor (13) facilita en un estado sin sobrecarga como corriente de salida máxima posible (IM),

**caracterizado porque** como consecuencia de una activación y con independencia del estado de carga en el momento de la activación, se facilita como corriente de salida máxima posible la corriente de punta.

- 10 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado porque** mediante la activación se suministra como corriente de salida máxima posible la corriente de punta (IS) durante un periodo de tiempo definido.

12.- Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado porque** el estado de carga del convertidor (13) representa un estado de sobrecarga del convertidor (13), un estado sin carga del convertidor (13) o un estado cargado pero no sobrecargado del convertidor (13).

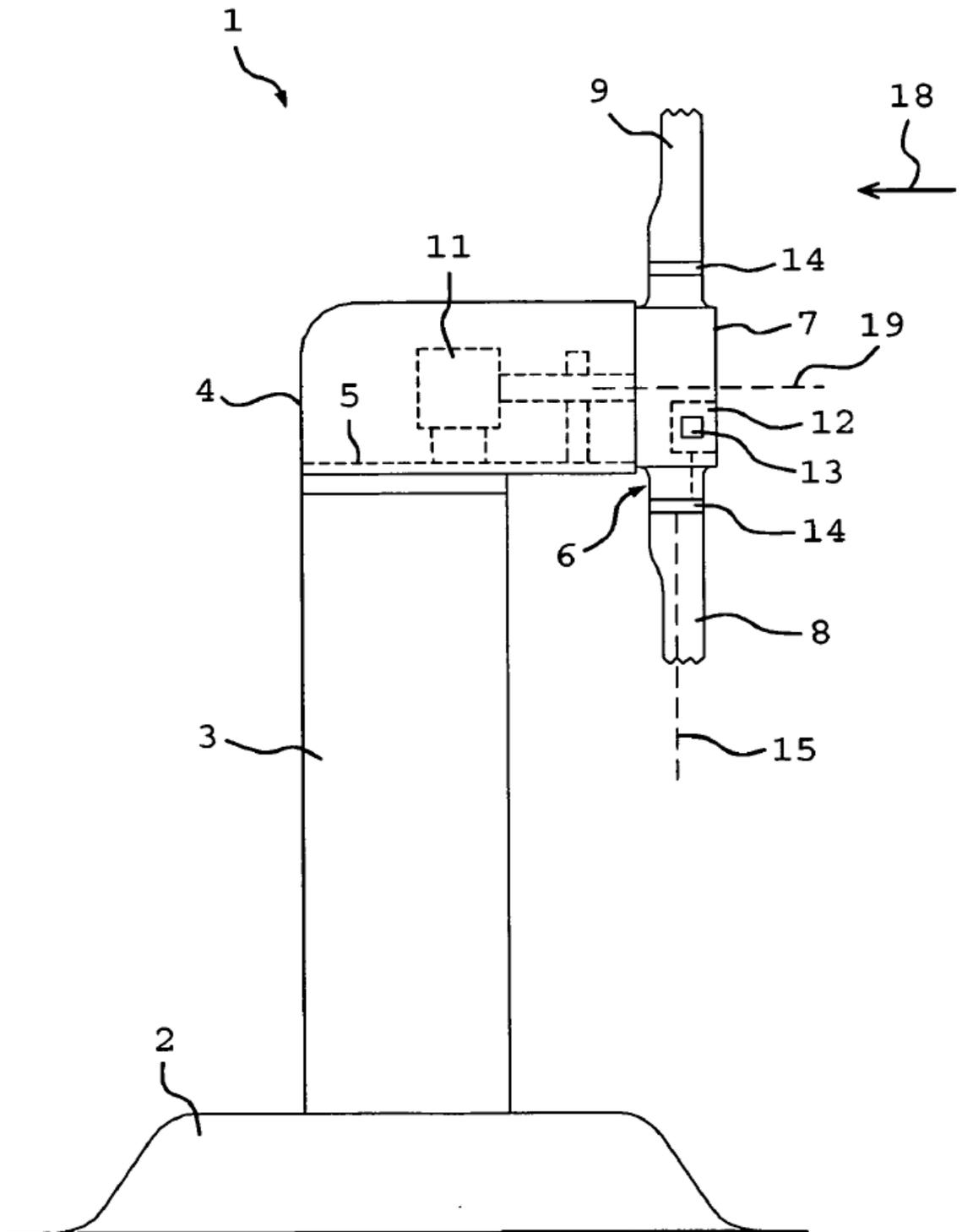
- 15 13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado porque**

- se determina una señal de carga (UC) que caracteriza el respectivo estado de carga del convertidor (13),

- mediante la activación se repone el valor de la señal de carga (UC) a un valor que caracteriza el estado sin carga.

- 20 14.- Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** se aplica una tensión (UM) proporcional a la corriente de salida (IM) a un circuito en serie real o simulado numéricamente compuesto por un condensador (C) y una resistencia (R), estando formada la señal de carga (UC) a partir de la tensión aplicada al condensador (C).

15.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado porque** el aspa del rotor (8) se gira alrededor de un eje del aspa del rotor (15) mediante el motor eléctrico (20).



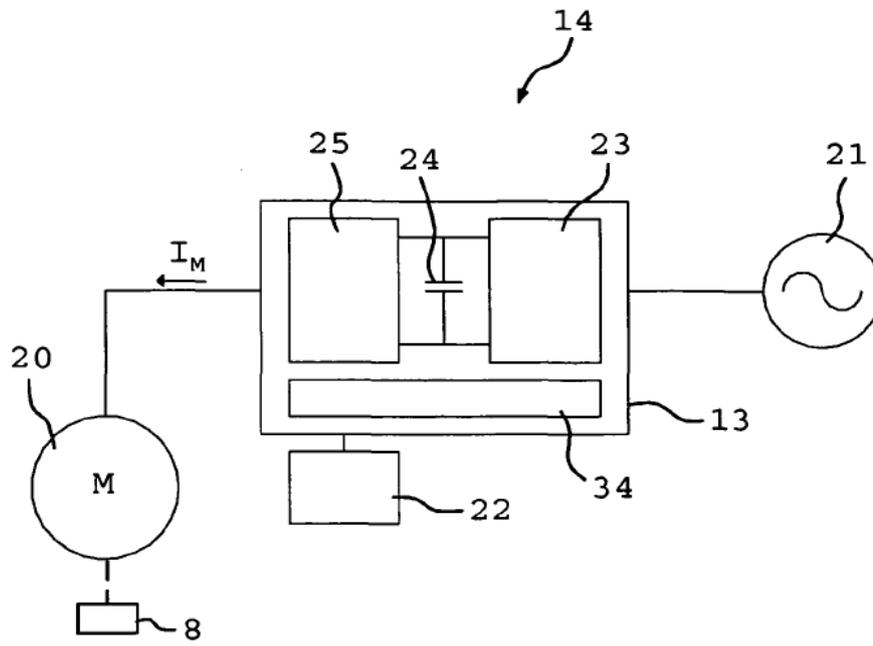


Fig. 2

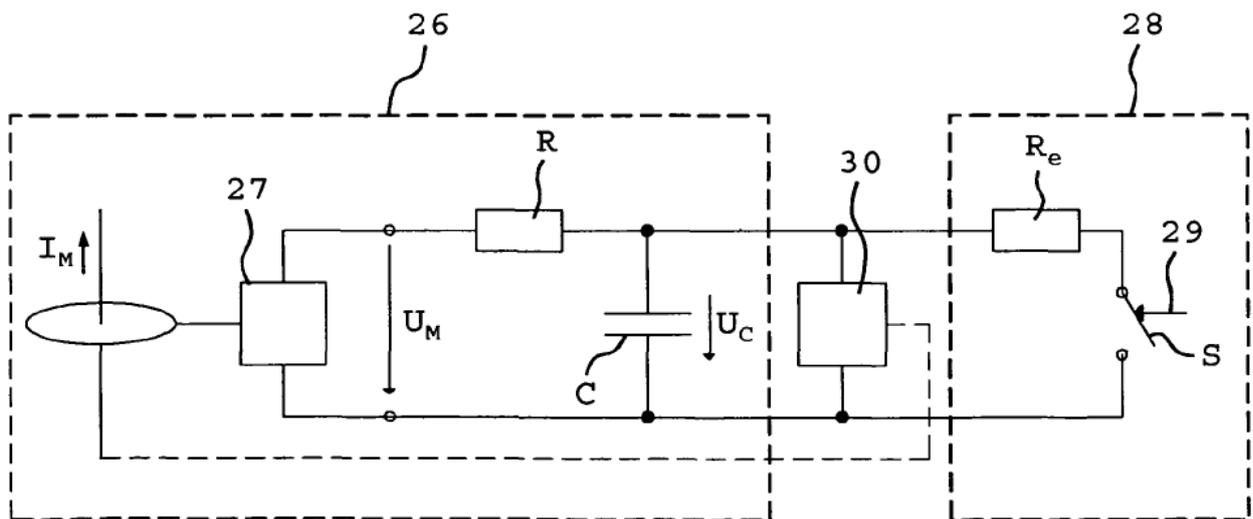


Fig. 3

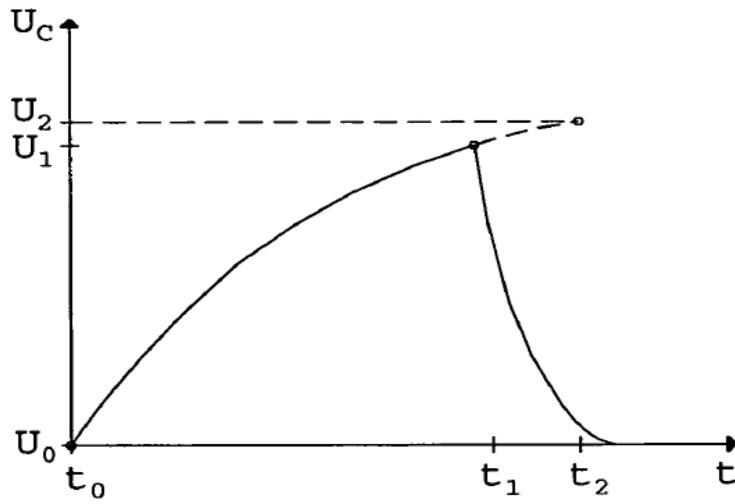


Fig. 4

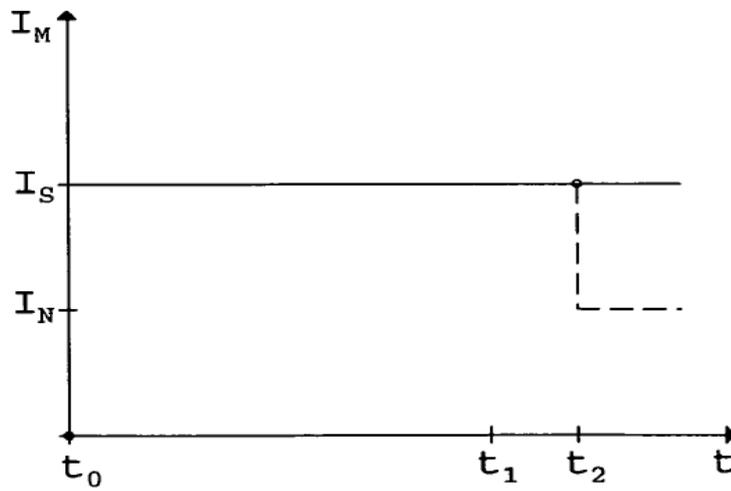


Fig. 5

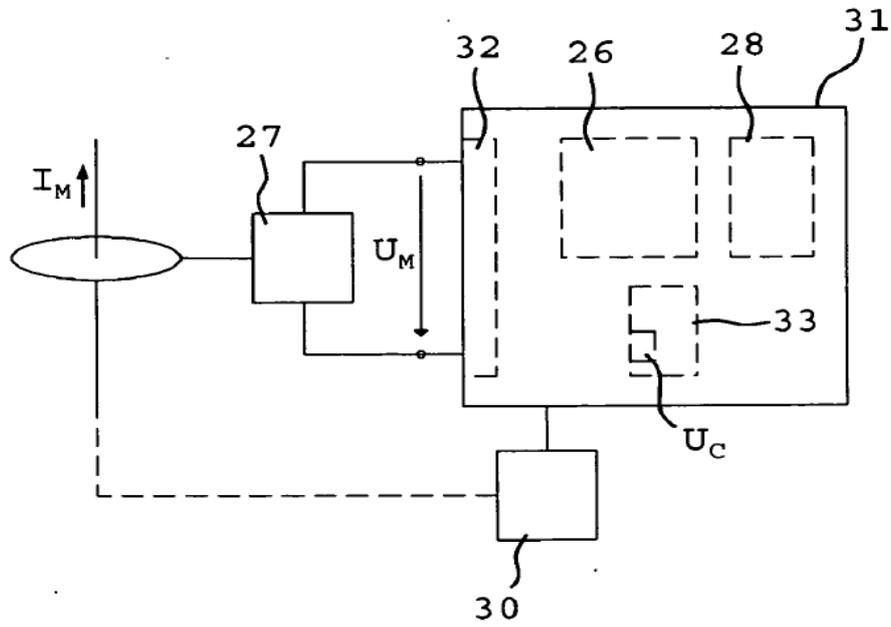


Fig. 6

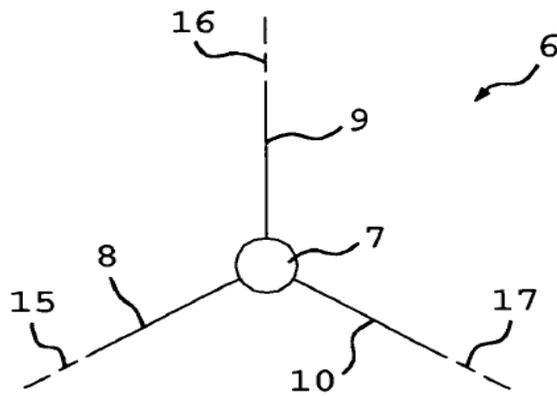


Fig. 7