

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 261**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2011 E 11701790 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2526290**

54 Título: **Instalación de energía eólica con dispositivo de calentamiento de las palas**

30 Prioridad:

21.01.2010 DE 102010005286

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

18.06.2015

73 Titular/es:

**SENVION SE (100.0%)
Überseering 10 (Oval Office)
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**PETERS, MATTHIAS y
VON MUTIUS, MARTIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 538 261 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

Instalación de energía eólica con dispositivo de calentamiento de las palas

La invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor para el accionamiento de un generador, en el que el rotor presenta palas, que tanto se pueden regular en el paso geométrico como también se pueden calentar a través de un calentamiento de las palas.

Las instalaciones de energía eólica son adecuadas como generadores descentralizados de energía eléctrica, en particular también para la utilización en regiones poco pobladas con relaciones favorables del viento. Muchas de estas regiones poco pobladas se encuentran en zonas climáticamente desfavorables. A ellas pertenecen especialmente también regiones con clima frío. Para fortalecer las instalaciones de energía eólica para el funcionamiento en condiciones de "Clima frío", es necesario, en general, un calentamiento de las palas para las palas de rotor. Puesto que se ha mostrado que sin tal calentamiento se forma o bien se acumula hielo durante el funcionamiento sobre las palas del rotor, de manera que el hielo repercute de manera desfavorable desde una pluralidad de aspectos. Por una parte, se modifica el perfil aerodinámico de las palas del rotor, lo que precisamente en el caso de un diseño aerodinámico muy avanzado de las palas del rotor conduce, en general, a perjuicios considerables. Por lo demás, a través de la formación de hielo se eleva el peso de la pala del rotor, con lo que se incrementan las fuerzas que deben ser absorbidas por la suspensión de las palas del rotor; esto se aplica especialmente en el funcionamiento con números de revoluciones elevados y fuerzas centrífugas que se incrementan de manera correspondiente o en el caso de desequilibrio el cubo, en general, provocado por la diferente formación de hielo en las palas respectivas del rotor. Por último, existe todavía una amenaza no despreciable de personas y objetos en el entorno de la instalación de energía eólica a través del lanzamiento de hielo, es decir, a través de fragmentos de hielo que se desprenden desde las palas del rotor y son centrifugados hacia fuera. En general, la instalación de energía eólica se detiene en el caso de acumulación de hielo en las palas del rotor. Para evitar estos inconvenientes puede estar previsto un calentamiento de las palas. Pero debido al tamaño de las palas del rotor y a las condiciones climáticas severas a veces, es necesaria una relativamente mucha potencia calefactora para el calentamiento de las palas. Prepararla en el lugar, en el que se necesita, a saber, en la proximidad del rotor, requiere algún gasto adicional, con lo que se producen sobrecostes.

No obstante, para poder alimentar a un consumidor eléctrico grande, como un calentamiento de las palas, sin ampliar la potencia que está disponible en el cubo, se conoce una construcción, en la que se detiene la instalación de energía eólica durante el calentamiento de las palas del rotor (DE 103 23 785 A1). Esto tiene, en efecto, el inconveniente de que durante las fases, en las que se calientan las palas del rotor, no se genera ya potencia eléctrica desde la instalación de energía eólica. En cambio, esto tiene la ventaja de que en el estado parado apenas es necesario aplicar potencia para la necesidad propia de las instalaciones de energía eólica y, por lo tanto, toda la potencia eléctrica que está disponible en el cubo se puede utilizar para el calentamiento de las palas del rotor. Normalmente, el calentamiento se realiza durante un periodo de tiempo de hasta 15 minutos y a continuación se pone en marcha de nuevo la instalación de energía eólica. Aunque el calentamiento ha dado buen resultado, en principio, con una instalación de parada de este tipo, sin embargo tiene el inconveniente de que durante el tiempo de calentamiento la instalación de energía eólica no genera energía eléctrica, es decir, que se reduce el rendimiento. Esto se empeora todavía porque la reanudación del funcionamiento a continuación es realmente costosa de tiempo, lo que reduce adicionalmente la producción de energía a través de la instalación de energía eólica. Pero existe un inconveniente grave sobre todo en que no se impide la acumulación de hielo en sí y, por lo tanto, no se puede excluir una amenaza del entorno.

El documento DE 10 2007 016023 muestra de la misma manera una instalación de energía eólica de acuerdo con el estado de la técnica.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de mejorar las instalaciones de energía eólica del tipo mencionado al principio con el propósito de que también en el cubo se puedan accionar grandes consumidores de potencia eléctrica, como un dispositivo de calentamiento de las palas y en este caso se evite una amplificación costosa de la alimentación de potencia.

La solución de acuerdo con la invención reside en las características de la reivindicación independiente. Los desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En una instalación de energía eólica que comprende un rotor con palas y con un generador accionado con ellas para la generación de energía eléctrica, en la que las palas son regulables por paso geométrico y está previsto un sistema de paso geométrico para la regulación del ángulo de paso geométrico de las palas, que es alimentado desde una fuente de potencia del cubo, está previsto de acuerdo con la invención un aparato de control de la potencia de paso geométrico, que distribuye la potencia acondicionada por la fuente de potencia del cubo entre el sistema de paso geométrico y el consumidor eléctrico adicional, y además repercute sobre el sistema de paso geométrico, de tal manera que se reduce su consumo de potencia en el modo de carga alta.

A continuación se explican en primer lugar algunos conceptos utilizados.

Por un consumidor eléctrico adicional se entiende una instalación, que está dispuesta en el cubo del rotor y ejerce una funcionalidad adicional no necesaria para el funcionamiento básico de la instalación de energía eólica. A ellos pertenecen especialmente consumidores grandes, que tienen, respectivamente, por sí un consumo de potencia, que es al menos una quinta parte, con preferencia la mitad, de la potencia eléctrica que está disponible en el cubo. Ejemplos de tales consumidores adicionales son instalaciones de calentamiento de las palas para las palas del rotor, en particular con calefacción por resistencia o ventiladores calefactores, aparatos de climatización para la deshumidificación del cubo, aparatos de refrigeración para modelos para países cálidos, instalaciones de alarma y de seguridad de alto rendimiento, como balizamiento de peligros altamente intensivos de las palas del rotor o sistemas de detección de valores de medición especialmente costosos, como LIDAR o sistemas de radar de matriz de fases para el reconocimiento y determinación del viento o bien de la turbulencia.

Por un modo de carga alta se entiende que la instalación de energía eólica está instalada de tal manera que se realiza con prioridad un suministro del consumidor eléctrico adicional. La diferencia con el modo normal está en que en el modo normal tiene prioridad una regulación del número de revoluciones de la instalación de energía eólica, que posibilita una producción óptima de energía, y no tiene lugar o solamente en una extensión reducida un funcionamiento del consumidor eléctrico adicional.

Por distribuido dinámicamente se entiende que la potencia transmitida por el aparato de control de la potencia de paso geométrico al sistema de paso geométrico o bien al consumidor eléctrico adicional es variable durante el funcionamiento. En particular, distribuido dinámicamente puede significar que el aparato de control de la potencia de paso geométrico regula la necesidad de potencia del consumidor eléctrico adicional. Una distribución dinámica se puede realizar, por lo tanto, también a través de conexión o desconexión o bien a través de la regulación del punto de trabajo de los consumidores eléctricos.

Por una fuente de potencia del cubo se entiende una fuente limitada en su capacidad para energía eléctrica, que proporciona potencia eléctrica en el módulo del rotor. La mayoría de las veces será un sistema de transmisión de limitación de la potencia desde la instalación de energía eólica, en la que está dispuesto el rotor de forma giratoria. Por ejemplo, este sistema de transmisión puede ser un anillo de fricción y en este caso la fuente de potencia del cubo está limitada por la potencia máxima transmisible del anillo de fricción. Pero la fuente de potencia del cubo puede generar también de forma autónoma la potencia eléctrica, por ejemplo a través de un acumulador y/o un generador de ondas.

La invención se basa en la idea de distribuir la potencia eléctrica proporcionada por la fuente de potencia del cubo en el rotor en el modo de carga alta de manera diferente que en el modo normal, a saber, que se reduce la potencia eléctrica consumida por el sistema de paso geométrico y de esta manera se mantiene en tales límites que una gran parte de la potencia eléctrica se puede poner a disposición para el funcionamiento del consumidor eléctrico adicional. El consumidor eléctrico adicional se puede accionar sin limitaciones a plena potencia. En el caso de un calentamiento de la pala, esto significa la acción de calentamiento total, como se podría conseguir de manera convencional sólo cuando la instalación de energía eólica está parada. Esencialmente, la invención prevé también una derivación de la potencia modificada dinámicamente, de manera que en el modo de alta potencia se reduce el consumo de potencia del sistema de paso geométrico y de esta manera se acondiciona potencia adicional para el funcionamiento del consumidor eléctrico adicional. De esta manera se pueden evitar una amplificación de la fuente de potencia adicional o limitaciones considerables del funcionamiento como en el estado de la técnica. Gracias a la invención, también a pesar de la necesidad considerable de potencia para el consumidor eléctrico adicional, es suficiente la fuente de potencia del cubo convencional ya existente. No es necesario ningún gasto adicional para la amplificación de la fuente de potencia del cubo.

Con preferencia, el aparato de control de la potencia de paso geométrico está configurado de tal manera que la limitación de la potencia no se realiza de forma rígida, sino de forma adaptable. A tal fin, de manera más conveniente está prevista una instalación de adaptación, que supervisa el aparato de control de la potencia de paso geométrico y actúa sobre éste. La instalación de captación puede estar configurada de diferentes maneras. Así, por ejemplo, en un primer tipo de realización, la instalación de adaptación puede presentar una instalación de control de la corriente. En este caso, se realiza una reducción de la potencia consumida por el sistema de paso geométrico cuando la fuente de potencia del cubo está cargada con un grado máximo regulable (por ejemplo, 90 %). De esta manera se asegura que también en el caso de alta actividad esté disponible siempre potencia suficiente para el consumidor eléctrico adicional. Con preferencia, éste comprende un sensor de carga. Éste puede estar configurado en el accionamiento de paso geométrico, por ejemplo como sensor de corriente (medición directa) o se puede determinar el consumo de potencia a partir de señales para la velocidad de la regulación de paso geométrico y la aceleración (medición indirecta); si en este caso resulta que existe una carga alta del sistema de paso geométrico, entonces se lleva a cabo una intervención correspondiente para la reducción del consumo de potencia. Con preferencia, el módulo de control de la corriente está configurado para actuar sobre parámetros del sistema de paso geométrico, por ejemplo para reducir en el control de paso geométrico la amplificación de un regulador o la velocidad

máxima admisible de la regulación del paso geométrico.

Además, puede estar previsto que la instalación de adaptación presente un módulo de estrangulamiento. Determina para el punto de funcionamiento respectivo de la instalación de energía eólica un punto de funcionamiento estrangulado correspondiente, en el que se reduce el número de revoluciones o bien la potencia generada por el generador. De esta manera se incrementa la reserva hasta que se alcanza los valores límites respectivos (número de revoluciones o bien potencia), de modo que a continuación utilizando esta reserva se requiere una actividad de paso geométrico considerablemente menor. De manera más conveniente, el módulo de estrangulamiento está configurado, además, para reducir la calidad de regulación del control de paso geométrico. De esta manera se amplían las bandas de tolerancia y como consecuencia se reduce la actividad del sistema de paso geométrico, con lo que finalmente está disponible más potencia desde la fuente de potencia del cubo para el consumidor eléctrico adicional.

Para la seguridad, la instalación de adaptación puede estar provista adicionalmente con un módulo de interrupción. Está configurado para emitir, en el caso de que aparezcan determinados estados de la instalación de energía eólica una señal de suspensión al aparato de control de la potencia de paso geométrico y de esta manera bloquear el modo de carga alta. Con preferencia, el módulo de interrupción está conectado con una instalación para el reconocimiento de una interrupción de la tensión. De esta manera, en el caso de una avería de la red con una interrupción de la tensión, la instalación de energía eólica puede interrumpir el modo de carga alta y de esta manera poner todos sus recursos a disposición para el tratamiento de la interrupción de la tensión. Por lo demás, puede estar prevista una instalación para el reconocimiento de un restablecimiento de la red. No obstante, si se produce un restablecimiento de la red, entonces tiene prioridad el arranque de la instalación de energía eólica y las modificaciones necesarias para ello del paso geométrico, de manera que a tal fin se desconecta de manera conveniente el consumidor eléctrico adicional. El módulo de interrupción puede presentar otras entradas de señales para determinados estados de carga alta del sistema de paso, en particular para la consecución de la corriente máxima en el sistema de paso geométrico o la realización de una marcha de emergencia.

La invención se extiende, además, a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación independiente. Para la explicación adicional se remite a la descripción anterior.

A continuación se explica la invención con referencia al dibujo adjunto con la ayuda de un ejemplo de realización. En este caso:

La figura 1 muestra una representación en vista de conjunto de una instalación de energía eólica de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención.

La figura 2 muestra una representación esquemática de los componentes eléctricos en el cubo de la instalación de energía eólica según la figura 1; y

La figura 3 muestra diagramas de estado sobre el tiempo.

Una instalación de energía eólica de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención comprende una góndola 11 dispuesta de forma pivotable sobre una torre 10 en dirección acimutal. En su lado frontal está dispuesto de forma giratoria un rotor 2, que acciona a través de un árbol del generador 12 un generador 13 para la generación de energía eléctrica. El generador 13 está realizado en el ejemplo de realización representado como generador asíncrono alimentado doble y está interconectado con un convertidor 14. La potencia eléctrica acondicionada por el generador 13 y el convertidor 14 es conducida a través de un cable de potencial 15 que se extiende en la torre 10 hacia la base de la torre y es conectada allí en un transformador de la máquina 16 para la cesión de la energía eléctrica generada a un sistema de tensión media.

Además, en la góndola 11 está dispuesto un control del funcionamiento 17. Está configurado para activar los sistemas individuales de la instalación de energía eólica y, además, está conectado para la comunicación, por ejemplo a través de una interfaz de radio 18, con instalaciones de guía de orden superior, como un maestro de parque en un parque eólico y/o interfaces de la red de un operador de la red de suministro.

El rotor 2 comprende varias palas de rotor 21, que están dispuestas de forma regulable con respecto a su ángulo de paso geométrico θ en un cubo 20 en el extremo del árbol del generador 12. Para la regulación del ángulo de paso geométrico θ está previsto un sistema de paso geométrico 4, que comprende un anillo dentado 41 dispuesto en la raíz de la pala de la pala de rotor 21 respectiva, en el que engrana un piñón de accionamiento de un servo motor 42 dispuesto fijo en el cubo. Para la activación del sistema de paso geométrico 4 puede estar previsto un control de paso geométrico 43 propio en el cubo. El control de paso geométrico 43 recibe señales de guía desde el control del funcionamiento 17. Además, en el cubo 20 está prevista una fuente de potencia del cubo 40 para el sistema de paso geométrico 4. La fuente de potencia del cubo 40 puede ser especialmente un anillo de fricción, a través el cual se conduce potencia eléctrica desde la góndola 11 hasta el cubo 20. Pero de manera alternativa o adicional se puede tratar también de una batería 40' o de un generador de ondas 40'' que se propagan sobre el árbol 12. El modo de funcionamiento del sistema de paso geométrico 4 es tal que se predetermina un valor teórico para el ángulo de paso

geométrico θ_s desde el control del funcionamiento 17, y éste es regulado entonces desde el control de paso geométrico 43 a través de la activación del motor de accionamiento 42, que actúa sobre el anillo dentado 41 de las palas del rotor 21, siendo giradas las palas del rotor 21 hasta que se ha alcanzado el ángulo de paso geométrico θ correcto.

5 Las palas del rotor 21 están provistas, además, con un calentamiento de las palas 5, que está dispuesto con preferencia al menos en la zona de un carril aliente de las palas el rotor 21. El calentamiento de las palas 5 está realizado en el ejemplo de realización representado como un elemento calefactor eléctrico. Representa un consumidor eléctrico adicional en el cubo 20, que requiere potencia eléctrica considerable en el modo de calentamiento ("modo de carga alta"). Para la alimentación de energía sirve dicha fuente de potencia del cubo 40, que alimenta también el sistema de paso geométrico 4. Para distribuir la potencia entre el sistema de paso geométrico 4, por una parte, y el calentamiento de las palas 5, por otra parte, está previsto de acuerdo con la invención un aparato de control de la potencia de paso geométrico 6. Presenta un bloque de control 60 y un bloque de conmutación 61 con una entrada de potencia y dos salidas de potencia. En la entrada de potencia está conectada la fuente de potencia del cubo 40. En una de las dos salidas está conectado el sistema de paso geométrico 4 y en la otra de las dos salidas está conectado el calentamiento de las palas 5. El aparato de control de la potencia de paso geométrico puede estar configurado para una conmutación digital, en la que, respectivamente, sólo se alimenta potencia a uno de los dos sistemas; sin embargo, en el ejemplo de realización representado debe tratarse de un sistema que puede distribuir la potencia de tal manera que ambos sistema están alimentados también al mismo tiempo con potencia (aunque no necesariamente de la misma magnitud).

20 El bloque de conmutación 61 del aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 es alimentado por un bloque de control 60. Está configurado para reducir en un modo de calentamiento la potencia consumida por el sistema de paso geométrico 4. A tal fin, el bloque de control 60 está conectado a través de una primera línea de señales 62 en el control del paso geométrico 43. De esta manera, se consigue que se reduzca el consumo de potencia del sistema de paso geométrico 4 y de esta manera esté siempre disponible potencia suficiente para el modo de calentamiento para el calentamiento de las palas 5.

Con el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 colabora una instalación de adaptación 8. Presenta varios módulos funcionales, a saber, un módulo de control de la corriente 81, un módulo de estrangulamiento 82 y un módulo de interrupción 83. El módulo de control de la corriente 81 está configurado para supervisar en el modo de calentamiento la activación del sistema de paso geométrico 4 por medio de un sensor de potencia 44. Si se realiza una activación tal que no alcanza un valor crítico para el consumo de potencia (por ejemplo se llamaría junto con el calentamiento de las palas el 90 % de la potencia de la fuente de potencia de cubo 40), entonces se realiza para la protección de la fuente de potencia del cubo 40 contra la sobre carga una influencia sobre los parámetros del regulador del control del sistema de paso geométrico 43. En particular, se puede llevar a cabo de esta manera una limitación de la velocidad y de la aceleración de regulación para el accionamiento del paso geométrico 42.

35 El módulo de estrangulamiento 82 está configurado para accionar la instalación de energía eólica de manera preventiva con potencia más reducida. A tal fin, partiendo del punto de funcionamiento normal que resulta en las condiciones ambientales respectivas, en particular con relación al número de revoluciones del parámetro y la potencia, se forman valores de desviación, que son derivados de los valores para el punto de funcionamiento normal, para generar de esta manera valores teóricos modificados para los parámetros en un punto de funcionamiento modificado. A tal fin, está prevista una interfaz 84, que aplica los datos modificados para el punto de funcionamiento en el control del funcionamiento 17. En concreto, esto significa que, por ejemplo, partiendo desde un punto de funcionamiento con un número de revoluciones n_B de 20 rpm en un caso de funcionamiento de carga parcial, el número teórico de revoluciones para el modo de calentamiento determina un punto de funcionamiento modificado con un número de revoluciones n_B' reducido de 16 rpm, pero los límites de tolerancia y el umbral de intervención del control del sistema de paso geométrico 43 no se modifican de manera correspondiente. De esta manera existe un tampón considerable, de modo que también en el caso de vientos que inciden de repente más fuertemente no es necesario realizar una activación del sistema de paso geométrico 4, de modo que la potencia proporcionada por la fuente de potencia del cubo 40 se puede utilizar casi en toda la extensión para el calentamiento de las palas 5. Para el caso de funcionamiento a plena carga, se aplica lo mismo de manera correspondiente. Aquí en lugar el número de revoluciones se reduciría el punto de funcionamiento para la potencia de manera correspondiente, con lo que resulta una reserva de potencia correspondiente, que reduce de manera correspondiente de nuevo la probabilidad de conexión del sistema de paso geométrico 4.

El módulo de interrupción 83 presenta otras entradas de señales, que están configuradas en cada caso para detectar determinados estados. Así, por ejemplo, en una primera entrada de señales está dispuesto un detector 85 para una interrupción de la tensión. Hay que indicar que en el detector 85 se puede tratar de un componente autónomo, o de una conexión con otra instalación, que está presente ya de todos modos y realizar una detección de la interrupción de la tensión (por ejemplo, en el control del funcionamiento 17). Si se detecta la aparición de una interrupción de la tensión de esta manera, entonces el módulo de interrupción 83 actúa sobre el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6, de tal modo que se reduce en gran medida la potencia proporcionada por la fuente de potencia del cubo 40 para el calentamiento de las palas 5 o incluso se desconecta totalmente. De esta

manera se consigue que en tal situación de funcionamiento extraordinaria el sistema de paso geométrico 4 sea alimentada con potencia en una medida suficiente, para poder realizar también modificaciones grandes del paso geométrico con alta velocidad y aceleración de la regulación del paso geométrico. De manera correspondiente están previstos un detector 86 para la reanudación de la red, un detector 87 para la marcha de emergencia del paso geométrico y, además, un sensor 89 para el reconocimiento, cuando se ha alcanzado el flujo máximo de corriente desde la fuente de potencia del cubo 40. Además, está conectado un detector del número de revoluciones excesivo 88, de modo que cuando se alcanza un número de revoluciones límite se emite la señal de suspensión desde el módulo de interrupción 83. Si se excede entonces, además, un valor límite para una aceleración del número de revoluciones, entonces se activa un freno del rotor 22.

Además, puede estar prevista una instalación de liberación 80, que está activada por el sistema de paso geométrico 4. Comprende dos entadas, una conexión para una señal de liberación emitida desde el sistema de paso geométrico 4 y una conexión para una señal de solicitud emitida desde el control de funcionamiento 17 para el consumidor eléctrico adicional. Una salida de la instalación de liberación 80 está conectada en el aparato de control de la potencia de paso geométrico. La instalación de liberación 80 colabora con el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 de tal manera que a la aparición de estados predeterminados de la instalación, se conecta el consumidor eléctrico adicional, el sistema de calentamiento 5, y se cambia al modo de calentamiento. Esto se puede realizar directamente a través de la señal aplicada por el sistema de paso geométrico 4 en la instalación de liberación 80, con lo que el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 asigna la potencia al sistema de calentamiento 5. Pero también puede estar prevista una liberación de dos fases, en la que desde el control del funcionamiento 17 se aplica una señal de solicitud para el funcionamiento de calentamiento a la instalación de liberación 80, que solamente se conmuta al aparato de control de la potencia de paso geométrico cuando está presente la señal de liberación desde el control de paso geométrico 4. Ejemplos de tales estados de funcionamiento son especialmente el funcionamiento de la instalación en carga parcial, cuando el sistema de paso geométrico 4 se encuentra en una especie de modo dormido, el funcionamiento de la instalación con viento regular con actividades de paso geométrico solamente insignificantes o también el estado parado de la instalación.

Un ejemplo de un modo de actuación se representa en la figura 3. En la figura 3a se representan diferentes fases con o sin modo de calentamiento conectado. En la fase I, el modo de calentamiento no está todavía conectado, es decir, que la instalación de energía eólica es accionada en el modo normal. En la fase II siguiente, se activa el modo de calentamiento. En la figura 3b se representan los valores de los números de revoluciones regulados desde el sistema de paso geométrico 4. En la figura 3c, se representa la actividad del sistema de paso geométrico 4 en forma de la activación del accionamiento de ajuste del paso geométrico 42 para la regulación de un ángulo de paso geométrico Θ , con el que se alanza el número de revoluciones predeterminado a través del punto de funcionamiento según la figura 3b. Se reconoce que en la fase I para el mantenimiento de la previsión del número de revoluciones, es necesaria una actividad intensa del sistema de paso geométrico. En el instante t_1 el módulo de estrangulamiento 82 determina el punto de funcionamiento modificado con un número de revoluciones n_B' más reducido. El aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 se activa y asigna una gran parte de la potencia al calentamiento de la palas 5. Además, el módulo de control de la corriente 81 está activado. Se reconoce la actuación en las figuras 3b y c, después de lo cual en la fase II las desviaciones del número de revoluciones son mayores que en la fase de funcionamiento I precedente sin modo de calentamiento, pero estas desviaciones no son críticas gracias a la reducción preventiva del número de revoluciones y no exceden el número de revoluciones n_B del punto de funcionamiento ajustado previamente; por lo tanto, el funcionamiento es seguro. Por lo tanto, puesto que se pueden admitir desviaciones mayores, se reduce la actividad del sistema de paso geométrico 4 en la fase II. Esto se puede reconocer bien en la figura 3c. Puesto que las amplitudes de ajuste y la velocidad así como la aceleración están reducidas, se reduce de manera correspondiente el consumo de corriente del sistema de paso geométrico 4, de modo que está disponible potencia suficiente para el funcionamiento del calentamiento de las palas 5.

Este estado se mantiene hasta que en la fase IIb aparece un cortocircuito en la red. Éste es reconocido por el detector 85 y es aplicado como señal al módulo de interrupción 83. Éste bloquea ahora el modo de calentamiento, siendo activado el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6 de tal manera que la potencia solamente es puesta a la disposición del sistema de paso geométrico 4. De esta manera se suprime la potencia para el calentamiento de las palas 5. De manera correspondiente se suprime también el punto de funcionamiento modificado y la limitación con respecto a la actividad del sistema de paso geométrico, de manera que la instalación de energía eólica puede reaccionar en toda la extensión a este caso de avería. Esta fase IIb se mantiene hasta que se reconoce a través del detector 86 la reanudación de la red. Entonces sigue en la fase IIc el retorno al modo de calentamiento, que se ejecuta de acuerdo con la fase IIa.

Por lo demás, se supone que se produce un número de revoluciones excesivo del rotor 2 (por ejemplo, debido a una tensión baja en la red, en la que está conectado el transformador 16. El número de revoluciones excede en el instante t_4 el límite superior del número de revoluciones n_H con tendencia fuertemente creciente (es decir, aceleración grande del número de revoluciones). Esto es reconocido por el detector del número de revoluciones 88, y el módulo de interrupción 83 activa el aparato de control de la potencia de paso geométrico 6, de manera que la potencia solamente está a la disposición del sistema de paso geométrico 4, de modo que éste puede reaccionar con plena actividad al número de revoluciones excesivo. Para excluir totalmente un riesgo que resulta de la alta

ES 2 538 261 T3

aceleración del número de revoluciones para la seguridad de la instalación de energía eólica, se activa adicionalmente todavía el freno del rotor 22, para estabilizar el número de revoluciones (fase IId).

REIVINDICACIONES

- 1.- Instalación de energía eólica que comprende un rotor (2) con palas (21) y con un generador (13) accionado con ellas para la generación de energía eléctrica, en la que las palas (21) son regulables por paso geométrico y está previsto un sistema de paso geométrico (4) para la regulación del ángulo de paso geométrico (θ) de las palas (21),
 5 que es alimentado desde una fuente de potencia del cubo (40), en la que, además, está previsto un consumidor eléctrico adicional (5) en el cubo, caracterizada por que está previsto un aparato de control de la potencia de paso geométrico (6), que distribuye dinámicamente la potencia de la fuente de potencia del cubo (40) entre el sistema de paso geométrico (4) y el consumidor eléctrico adicional (5), y además repercute sobre el sistema de paso geométrico (4), de tal manera que se reduce su consumo de potencia en el funcionamiento de carga alta.
- 10 2.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que está prevista una instalación de adaptación (8), que supervisa las condiciones de funcionamiento del sistema de paso geométrico (4) y/o del consumidor eléctrico adicional (5) y repercute sobre el aparato de control de la potencia de paso geométrico (6).
- 15 3.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que la instalación de adaptación (8) presenta un módulo de control de la corriente (81), que supervisa el flujo de corriente en el sistema de paso geométrico (4) y cuando se alcanza un valor límite, modifica parámetros de funcionamiento del sistema de paso geométrico (4).
- 4.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada por que el módulo de control de la corriente (81) comprende un sensor de carga (44),
- 20 5.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizada por que la instalación de adaptación (8) está provista con un módulo de estrangulador (82) para el control del paso geométrico (43).
- 25 6.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizada por que el módulo de estrangulador (82) está configurado para determinar para el punto de funcionamiento respectivo de la instalación de energía eólica un punto de funcionamiento estrangulado con valores teóricos reducidos para el número de revoluciones y/o la potencia y para aplicar valores teóricos modificados de manera correspondiente al control de paso geométrico (43).
- 30 7.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 5 ó 6, caracterizada por que el módulo de estrangulamiento (82) está configurado, además, para reducir la calidad de la regulación del control de paso geométrico.
- 8.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 2 a 7, caracterizada por que la instalación de adaptación (8) presenta un módulo de interrupción (83), que está configurado para actuar sobre el aparato de control de la potencia de paso geométrico (6), por que en el caso de que aparezcan estados predeterminados de la instalación de energía eólica, se termina el modo de carga alta.
- 35 9.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que está prevista una instalación de liberación (80), que está activada por el sistema de paso geométrico (4) y provoca una conmutación del aparato de control de la potencia de paso geométrico (6) al modo de carga alta.
- 40 10.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada por que el control del funcionamiento (17) de la instalación de energía eólica está conectado a través de una línea de señales de solicitud con una entrada de la instalación de liberación (80).
- 45 11.- Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica que comprende un rotor (2) con palas (21) y con un generador (13) accionado con él con él para la generación de energía eléctrica, en el que las palas (21) son regulables en el paso geométrico y está previsto un sistema de paso geométrico (4) para la regulación del ángulo de paso geométrico (θ) de las palas (21), que está alimentado desde una fuente de potencia del cubo (40), en el que, además, está previsto un consumidor eléctrico adicional (5), que es activado en el modo de carga alta, caracterizado por que en el modo de carga alta, el consumidor eléctrico adicional (5) es alimentado desde la fuente de potencia del cubo (40) y se reduce la potencia consumida por el sistema de paso geométrico (4) desde la fuente de potencia del cubo (40).
- 50 12.- Utilización de una instalación de adaptación (8) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 10 en un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11.

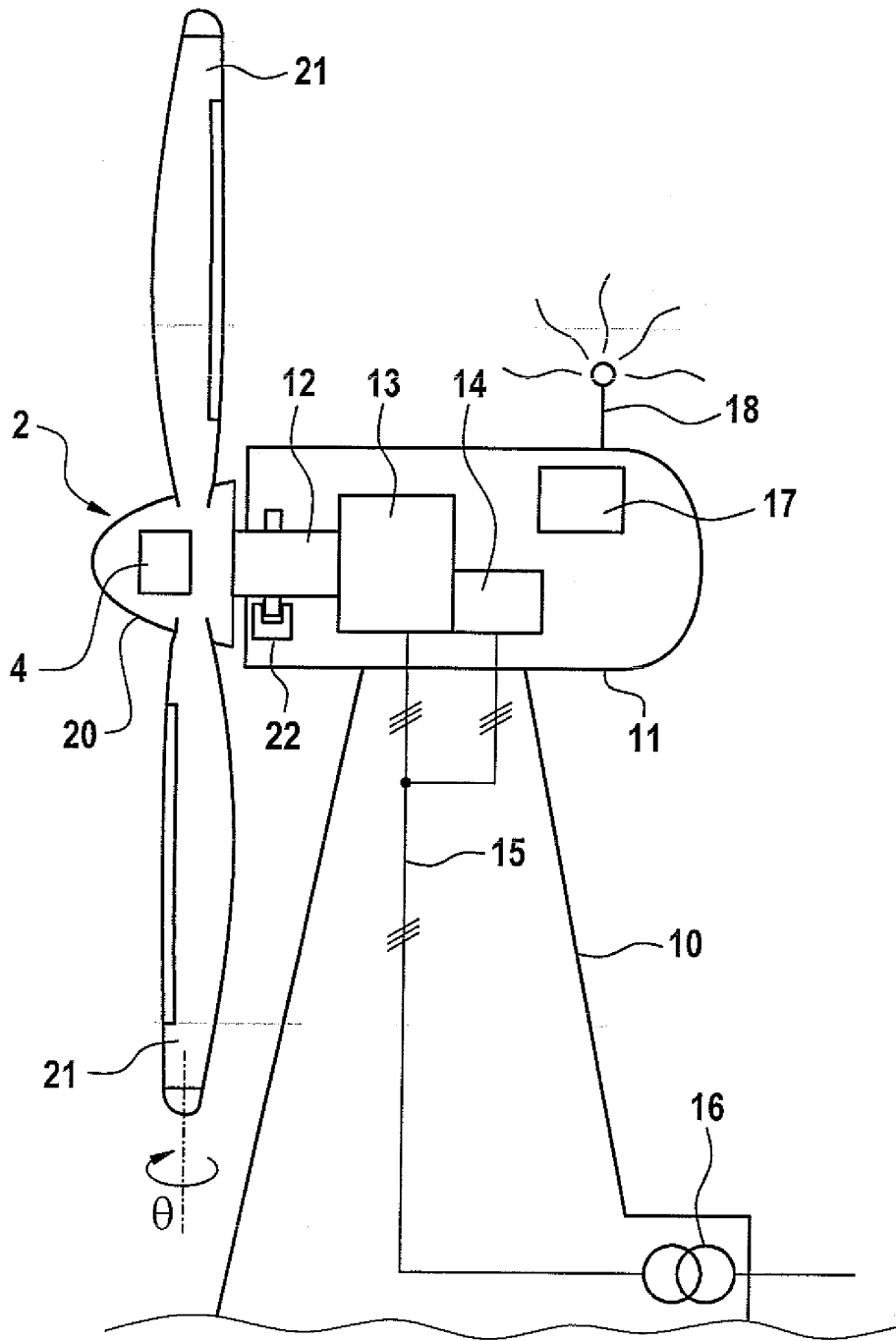
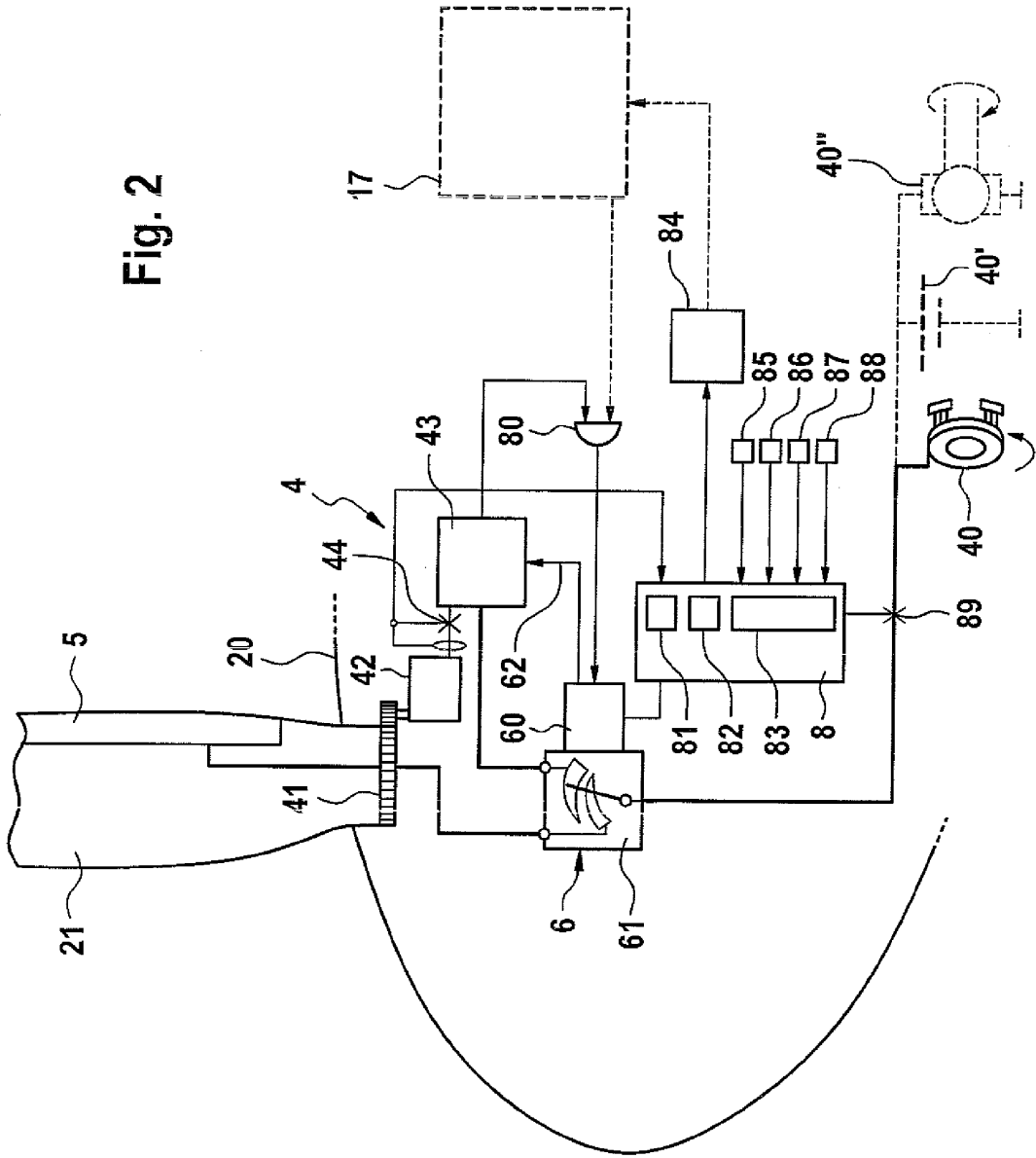


Fig. 1

Fig. 2



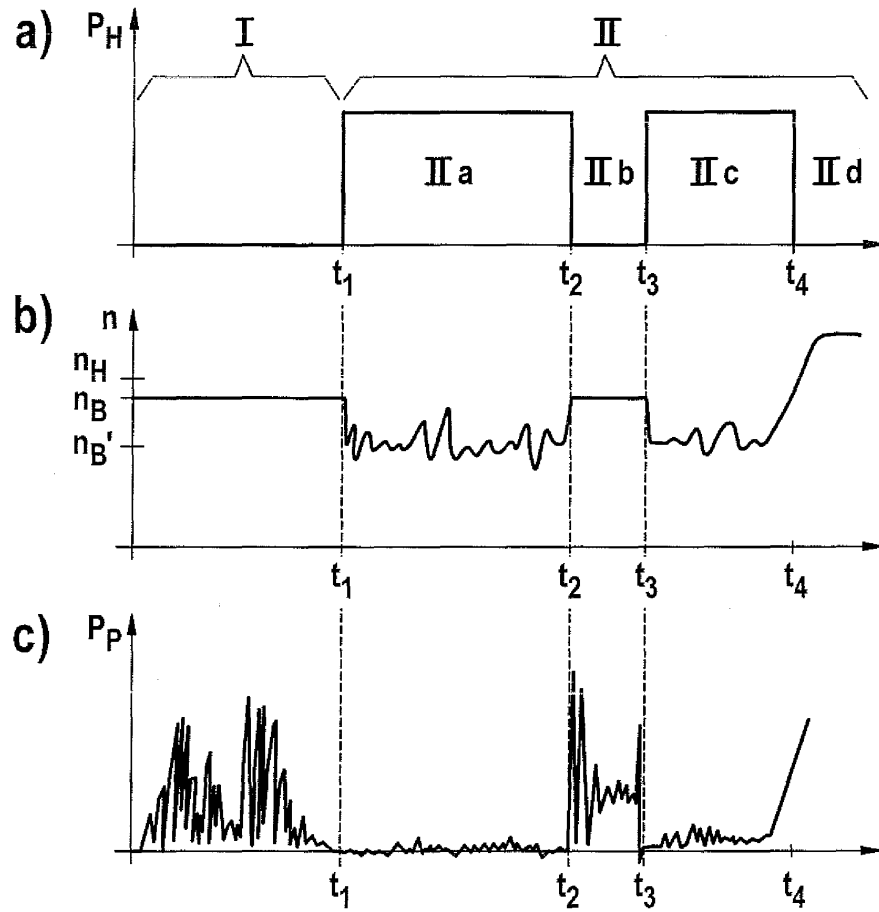


Fig. 3