

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 404**

51 Int. Cl.:

F03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2013 PCT/EP2013/062867**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14032826**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013 E 13732418 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2893183**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de regulación para una instalación de energía eólica, así como producto de programa informático, medio de almacenamiento digital e instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

03.09.2012 DE 102012215575

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

27.02.2017

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)
Borsigstrasse 26
26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

BAUMGÄRTEL, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 603 404 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 y dispositivo de regulación para una instalación de energía eólica, así como producto de programa informático, medio de almacenamiento digital e instalación de energía eólica.

5

La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica, en el que el rotor se detiene y bloquea, frenándose el rotor, posicionándose en una posición de parada e inmovilizándose en la posición de parada. La invención se refiere también a un dispositivo de regulación para el funcionamiento de la instalación de energía eólica, así como un producto de programa informático correspondiente y un medio de

10

almacenamiento digital con un producto de programa informático. La invención también se refiere a una instalación de energía eólica con una góndola, en la que un rotor accionable por el viento está acoplado en accionamiento con un generador a través de un buje de rotor, pudiéndose detener e inmovilizar el rotor mediante frenado, posicionamiento e inmovilización del rotor.

15

En una instalación de energía eólica del tipo mencionado al inicio se conoce prever una función de freno para el rotor, que sea capaz de frenar el rotor de una velocidad de giro nominal a una velocidad de giro frenada; correspondientemente está prevista, por ejemplo, una función de freno mecánico o aerodinámico para el rotor como parte de la cadena cinemática o de forma acoplada con el rotor. La función de freno mecánico se emplea en particular en los casos en los que una función de freno aerodinámico resulta ser insuficiente. Una función de freno aerodinámico se produce luego cuando el rotor se frena intencionadamente ajustando un ángulo de paso de las palas de rotor; esto puede llevar un rotor de forma muy eficiente a una velocidad de giro menor, no obstante, no lo puede detener en general o llevar a una posición de parada fiable. Una función de freno aerodinámico no intencionada se produce durante una pérdida de sustentación en la pala de rotor o con un efecto aerodinámico semejante indeseado.

20

Si la instalación de energía eólica se sitúa en un modo de funcionamiento suficientemente frenado del rotor, ésta se puede detener estimando una velocidad de giro restante del rotor, así como un tiempo de acceso del freno con un freno mecánico, accionable por ejemplo de forma electromecánica o hidráulica, así como un efecto de deceleración del mismo. No obstante, la posición de parada definitiva se sitúa, en el marco de una exactitud de estimación del personal de asistencia técnica, respecto a los parámetros arriba mencionados de la velocidad de giro restante del rotor, así como respecto al tiempo de acceso y deceleración de un freno mecánico y en este sentido es incierta. Para detener un rotor de forma fiable y poder inmovilizarlo en el caso de parada, el rotor se debe posicionar en el marco de la exactitud de estimación de manera que se alcance exactamente una posición inmovilizable y el rotor permanezca parado en ésta un tiempo suficiente. Por otro lado, resulta ser costoso encontrar una posición inmovilizable, en particular bloqueable, dado que una posición de inmovilización, en particular ubicación de bloqueo en el marco del posicionamiento en el proceso de frenado no está establecida en principio, sino que está sujeta a la experiencia del personal de asistencia técnica.

30

35

Los trabajos en el rotor sólo estarán permitidos en el estado inmovilizado, en particular bloqueado, del mismo; el tiempo para la inmovilización, en particular bloqueo del mismo, se desprende por consiguiente del tiempo de asistencia técnica real y se debería mantener lo más bajo posible. En un caso de emergencia se puede realizar excepcionalmente en un modo de proceder drástico un bloqueo concluyente del rotor, por ejemplo, sólo mediante una introducción de perno dinámica, en la que un rotor que todavía gira se captura mediante un perno de bloqueo y por consiguiente se detiene bruscamente. No obstante, el modo de proceder en caso de introducción de un perno es desventajoso para las piezas de bloqueo de la instalación de energía eólica, lo que en particular es fatal cuando se provocan daños en el dispositivo de inmovilización. En el intento de aplicar una introducción de perno dinámica con rotor que gira, por ejemplo, un perno de bloqueo se desliza a lo largo de un nervio de bloqueo y se encaja en una ranura de bloqueo con sobrecarga; esto rallará el nervio de bloqueo y en la zona de la ranura de bloqueo se pueden separar partes del nervio de bloqueo; esto puede conducir a que las partes de bloqueo ya no puedan garantizar un bloqueo de la instalación de energía eólica. Sería deseable una capacidad de posicionamiento fiable del rotor durante el frenado, para poderlo establecer, en particular bloquear, sin error. En particular es deseable impedir una introducción de perno dinámica.

40

45

50

55

En este punto comienza la invención cuyo objetivo es especificar un procedimiento y un dispositivo que permita poder posicionar, en particular inmovilizar, preferentemente bloquear el rotor de manera mejorada durante la desconexión de una instalación de energía eólica. Preferentemente esto se refiere a un procedimiento para la desconexión de la instalación de energía eólica condicionada por el funcionamiento. En particular se debe realizar un posicionamiento de forma fiable, de manera que sea posible una inmovilización, en particular un bloqueo en la posición de parada sin deterioro de una parte fija de la instalación de energía eólica y de forma automática. En

particular debe ser posible un posicionamiento del rotor conforme a una posición final preajustada.

5 El objetivo referente al procedimiento se resuelve mediante la invención con un procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica de la reivindicación 1. Según la invención está previsto que se predetermine una posición final y el rotor se frene de forma regulada en una posición de parada asociada a la posición final y, con vista al posicionamiento para la posición final predeterminada, el rotor se frena de forma automatizada hasta la parada en la posición de parada, y para la inmovilización, en particular bloqueo, en una posición de parada se aproxima un dispositivo de inmovilización mecánico. En particular el dispositivo de inmovilización mecánico se puede aproximar de forma automática.

10 El concepto de la invención conduce a un dispositivo de regulación de la reivindicación 21 para una instalación de energía eólica, que está configurado para la realización del procedimiento según la invención para el funcionamiento de la instalación de energía eólica, en particular para la desconexión de la instalación de energía eólica condicionada por el funcionamiento. El concepto de la invención también conduce a un producto de programa informático de la reivindicación 22, así como un medio de almacenamiento digital de la reivindicación 23.

20 El objetivo referente al dispositivo se resuelve mediante la invención con una instalación de energía eólica de la reivindicación 24. Según la invención la instalación de energía eólica presenta un dispositivo de regulación que está configurado para recibir una entrada de una posición final, regular un frenado del rotor a una posición de parada asociada a la posición final y, en el posicionamiento para la posición final predeterminada, frenar el rotor de forma automatizada hasta la parada en la posición de parada y detectar la aproximación de un dispositivo de inmovilización mecánico para la inmovilización, en particular bloqueo, en la posición de parada, en particular aproximar de forma automática un dispositivo de inmovilización mecánico.

25 El concepto de la invención resulta ser suficientemente preciso y fiable durante el ajuste de la posición de parada. En particular en el marco de un perfeccionamiento especialmente ventajoso es posible prever, para la inmovilización, en particular bloqueo, en la posición de parada un dispositivo de inmovilización mecánico que se aproxima automáticamente. Esto se puede efectuar con una fuerza que mantiene el momento de giro y que está diseñada conforme a las fuerzas aerodinámicas en el rotor, por ejemplo, puede estar diseñada según una velocidad del viento existente. En principio también es posible una aproximación manual del dispositivo de inmovilización mecánico. En el proceso automático, como también manual resulta ser ventajoso que la posición de parada es apropiada para una inmovilización, en particular un bloqueo. En particular esto resulta ser ventajoso para un dispositivo de inmovilización mecánico, que usa un arrastre de forma entre una parte fija de la instalación de energía eólica y una parte del rotor para el bloqueo en la posición de parada. En principio es posible adicionalmente o alternativamente un cierre por fricción. El concepto de la invención ofrece por consiguiente la base para una aproximación lo más libre de resistencias y sencilla, así como segura de un dispositivo de inmovilización mecánico, en particular para el bloqueo del rotor en la posición de parada con el objetivo de impedir un rearranque del rotor.

40 En particular un proceso de introducción de perno o bloqueo, según se debe ajustar manualmente hasta ahora, en base al concepto ya no depende ahora forzosamente de la experiencia personal del personal. También se aumenta una seguridad de trabajo, ya que el personal no debe penetrar de manera necesaria en la góndola hacia la zona rotatoria de la instalación de energía eólica, a fin de tener que efectuar un reposicionamiento del rotor para una inmovilización, en particular un bloqueo. Así el concepto puede prever además un dispositivo de protección, por ejemplo, separador que sólo se puede abrir tras la inmovilización, en particular bloqueo, del rotor en la posición de parada. Una introducción de perno dinámica mencionada al inicio se hace totalmente imposible y de este modo se impiden daños eventuales. También se reduce un tiempo de mantenimiento en el caso de asistencia técnica, dado que un proceso de frenado y posicionamiento se puede iniciar en primer lugar automáticamente, por ejemplo, al entrar el personal de asistencia técnica en la base de la torre. Eventualmente también se puede iniciar ya automáticamente un proceso de inmovilización, en particular proceso de bloqueo. En conjunto se reduce por consiguiente el tiempo de parada de una instalación.

55 Perfeccionamientos preferidos de la invención se pueden deducir de las reivindicaciones dependientes y especifican posibilidades ventajosas individuales para perfeccionar el concepto de la invención en el marco del planteamiento del objetivo, así como con vistas a posibilidades ventajosas.

De forma especialmente preferida están previstas una o varias funciones de freno distintas; esto aumenta la efectividad del efecto de frenado. En particular se puede emplear de forma regulada un efecto de frenado mecánico y/o generar de forma regulada un efecto de frenado aerodinámico y/o regular una excitación del generador, en particular rotor del generador. Para ello puede estar previsto un sistema de freno con un freno de servicio mecánico

y/o un freno de pala aerodinámico y/o un freno de generador electromagnético y/o un dispositivo de inmovilización mecánico, en particular aproximable mediante cierre por fricción y/o arrastre de forma. En particular se puede mostrar que, en el marco del sistema de freno, uno o varios de los frenos están conectados con un dispositivo de regulación para la regulación del efecto de frenado. Así se puede alcanzar una posición de parada de forma comparablemente efectiva a través de una posición final predeterminada y bloquearse de forma fiable.

Preferiblemente para la inmovilización, en particular bloqueo en la posición de parada, está previsto un dispositivo de inmovilización mecánico, que se aproxima automáticamente. Esto hace ampliamente superflua una inmovilización o bloqueo manual del rotor con freno accionado manualmente o medio de freno accionado manualmente similar y aumenta la seguridad en el caso de asistencia técnica.

Preferiblemente se puede realizar un bloqueo para el aseguramiento del rotor frente al re arranque por arrastre de forma, en particular adicionalmente bajo cierre por fricción. Un arrastre de forma se puede realizar, por ejemplo, mediante un número de dispositivos de inmovilización en arrastre de forma de tipo mecánico, como por ejemplo, por uno, dos o varios pernos de bloqueo para la incorporación en ranuras de bloqueo del rotor. De este modo se puede bloquear el rotor reduciendo el tiempo de mantenimiento y sin embargo fiabilidad de seguridad aumentada.

En el marco de un perfeccionamiento implementado constructivamente y especialmente preferido, el freno de servicio mecánico y dispositivo de inmovilización mecánico pueden estar integrados conjuntamente en un freno de disco. El sistema de freno se puede realizar comparablemente ahorrando espacio y fiable. De forma especialmente preferida un nervio de inmovilización, en particular un disco de freno, puede estar montado en una parte giratoria de la instalación de energía eólica, en particular en una carcasa del buje de rotor y/o en una parte giratoria del generador, como por ejemplo un rotor del generador, en particular un rotor de anillo de un generador de anillo. De forma especialmente preferida un medio de freno, en particular una zapata de freno y/o un perno de bloqueo, puede estar montado en una parte estacionaria de la instalación de energía eólica, en particular en una carcasa de la sala de máquinas y/o una parte fija del generador, como por ejemplo un estator del generador. En particular una zapata de freno puede estar configurada en la parte estacionaria de la instalación de energía eólica para la aproximación al nervio de inmovilización, en particular el disco de freno, y el nervio de inmovilización, en particular el disco de freno, puede presentar un número de ranuras de bloqueo que están asociadas a un número de pernos de bloqueo engranables en las ranuras de bloqueo.

Según la invención la posición de parada se ajusta con el uso del bloqueo de un momento de retención del generador. En particular se puede predeterminar una posición final, en tanto que se predetermina una posición angular del rotor y la posición angular se asocia a una posición de retención del generador.

Ventajosamente una escala de ajuste de ángulo continua de una posición final se asocia a una escala cuasidiscreta una posición de parada a través de una escala de retención discreta del generador, en particular está prevista una escala de retención discreta a través de una división de ángulo en el generador, que está predeterminada mediante una distribución de ranuras de bloqueo y/o de polos sobre un anillo de generador, en particular anillo de estator y/o rotor.

Ha resultado ser especialmente efectivo y regulable ventajosamente un procedimiento para el frenado, en el que se regula una excitación del generador, en particular rotor del generador. Ventajosamente durante el frenado se excita la zapata polar del rotor del generador con una excitación que se predetermina por una regulación de excitación en función de una magnitud de regulación del freno por excitación, en particular la magnitud de regulación del freno por excitación comprende una o varias magnitudes que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, deceleración, temperatura exterior, velocidad del viento.

El perfeccionamiento parte de la reflexión de que se puede conseguir un frenado del rotor mediante una excitación del generador, en particular de un rotor del generador, como por ejemplo una zapata polar del generador. El perfeccionamiento ha reconocido además que una excitación del generador apropiada para provocar un efecto de frenado se puede usar ventajosamente en el marco de una regulación, a fin de ajustar una posición de parada de manera regulada, que se le puede asociar a una posición final preajustada de manera predeterminada. Como resultado el concepto permite un posicionamiento automático del rotor respecto a la parte fija de la góndola de la instalación de energía eólica. Ventajosamente el concepto permite un frenado regulado del rotor hasta la parada en una posición de parada mediante regulación de la excitación del generador.

El perfeccionamiento ha reconocido ventajosamente que mediante el uso para bloqueo de la excitación para la deceleración se puede regular de forma claramente más exacta la deceleración del rotor, dado que una excitación

se puede ajustar manualmente para el frenado o representación de otra deceleración del rotor. Por ejemplo se podría seleccionar una excitación a un valor determinado, como 30% o similares. Por el contrario un freno electromecánico actualmente puede representar sólo dos estados de funcionamiento, a saber en general sólo cerrado o abierto, como además con efecto en parte incierto. Por el contrario la excitación se puede ajustar en función de la carga y de forma comparablemente exacta en el marco de un circuito de regulación, de modo que en principio se posibilita un posicionamiento muy exacto del rotor según una posición final preajustada.

Preferiblemente se mide al menos una velocidad de giro y una deceleración del rotor durante el frenado y se usa para la regulación de la excitación. Para ello, por ejemplo, un encoder incremental puede proporcionar una magnitud de medida referente a la velocidad de giro y/o deceleración del rotor como valor real. Una velocidad de giro de consigna y una deceleración de consigna se pueden ajustar luego en un regulador, por ejemplo un regulado PID o similares con el uso para bloqueo de la excitación como magnitud de ajuste.

Según la invención se usa un momento de retención del generador para ajustar una posición de parada, que está asociada a una posición final preajustada. Por ejemplo, se puede preajustar ventajosamente una posición final del rotor, en tanto que se predetermina una posición angular del rotor. Esto puede ser, por ejemplo, una posición a las 12 h u otra posición angular entre 0 y 360°, por ejemplo 10°, 20°, 30°, 40°, 50, 60°, 70°, 80°, 90° o múltiplos de ellos. Si se predetermina la posición angular del rotor, a la posición angular se le puede asociar una posición de retención del generador. Expresado de otra forma ha demostrado ser ventajoso que una escala de ajuste de ángulo continua se le asocie a una posición final de una escala de retención discreta del generador. La asociación puede ser una primera asociación directamente tras el preajuste de la posición final del rotor y adaptarse luego dinámicamente durante el frenado a la situación aguda condicionada por el funcionamiento durante la desconexión de la instalación de energía eólica. Ventajosamente la asociación entre una escala de ajuste de ángulo continua y la escala de retención discreta del generador no es estática, sino que se puede adaptar dinámicamente en el marco del circuito de regulación. Por ejemplo, una posición final preajustada se le puede asociar en primer lugar a una posición de parada ligeramente elevada y en un instante de tiempo posterior a una posición de parada ligeramente rebajada, a fin de quedar lo más cerca posible de la posición final ajustada.

Una escala de retención discreta está predeterminada, por ejemplo, a través de una división de ángulo en el generador. Una división de ángulo se da en particular por una división de ranuras de bloqueo y/o de polos sobre un anillo de generador, en particular se da sobre un anillo de estator y/o rotor en un generador de anillo.

Como magnitud de regulación del freno por excitación puede servir, por ejemplo, una deceleración de la velocidad de giro, temperatura exterior o velocidad del viento. Como magnitud de regulación por aproximación de freno puede servir, por ejemplo, una posición de velocidad de giro, temperatura exterior o velocidad del viento. Expresado de otra forma la excitación del generador, en particular rotor del generador, se puede ajustar en función de una velocidad de giro y/o deceleración del rotor medida actualmente. Adicionalmente también se puede recurrir a una temperatura exterior y una velocidad del viento. En particular la velocidad del viento también se puede usar para la regulación de un efecto de frenado aerodinámico de una pala de rotor del rotor. Un freno mecánico se puede predeterminar igualmente de manera regulada según una magnitud de regulación por aproximación de freno. Para ello también se puede usar en particular una velocidad de giro y/o posición del rotor. Como magnitud de regulación por aproximación de freno también puede servir una temperatura exterior y una velocidad del viento. En particular el perfeccionamiento puede prever que un freno mecánico se aproxima sólo por debajo de un valor umbral de la magnitud de aproximación de freno. El procedimiento prevé en este perfeccionamiento preferiblemente en un primer proceso de frenado temprano sólo un frenado mediante una excitación del generador y en un segundo proceso de frenado posterior el frenado mediante una excitación del generador y un freno mecánico. Ventajosamente disminuye con ello la sollicitación del freno mecánico. En particular un freno mecánico se podría dimensionar con menos coste y sin embargo más eficazmente. Igualmente se podría dimensionar un freno mecánico en un rango de carga menor.

En particular adicionalmente a la excitación regulada y un freno de servicio mecánico para el frenado del rotor también se usa un efecto de frenado aerodinámico regulado de una pala del rotor, en tanto que ésta se modifica en paso de manera regulada fuera del viento. Una combinación de un efecto de frenado aerodinámico y un efecto de frenado por excitación, así como un freno mecánico para el frenado del rotor ha resultado ser especialmente apropiado para un circuito de regulación. Preferiblemente el procedimiento se puede aplicar en el perfeccionamiento para conducir la instalación de energía eólica hasta la parada.

De forma especialmente preferida se puede calibrar el dispositivo de regulación y/o configurar como sistema abierto para la optimización adaptativa. En particular esto se refiere a una unidad de regulación para una regulación del freno por aproximación, que se puede calibrar y/o puede estar configurada como sistema abierto para la

optimización adaptativa. En particular esto se refiera adicionalmente o alternativamente a una unidad de regulación para el frenado por excitación, que puede estar calibrada y/o configurada como sistema abierto para la optimización adaptativa. Tanto mediante un frenado de calibración, como también en una multiplicidad de frenados de funcionamiento se optimiza por consiguiente un dispositivo de regulación de la instalación de energía eólica y con creciente uso para bloqueo se acortan los tiempos de mantenimiento del sistema y la fiabilidad del posicionamiento del rotor en una posición de parada para el bloqueo.

Según la invención se adapta una distribución de posiciones de inmovilización, en particular una distribución de posiciones de bloqueo a una distribución de ranuras de bloqueo y/o distribución de polos del generador, de manera que una posición de bloqueo de la distribución de posiciones de bloqueo concuerda con una posición de retención del rotor del generador condicionada por un momento de retención. En principio cada excitación genera un así denominado momento de retención, que permite detener el rotor en posiciones definidas, condicionadas por la estructura mecánica del generador. Esto se refiere en particular a un número de ranuras de bloqueo y un número de pares de polos. También pueden contribuir otras piezas adicionales mecánicas del generador a la generación de un momento de retención. La combinación de ranuras de bloqueo y polos del generador, así como de la ranura de bloqueo se puede seleccionar de forma ventajosa constructivamente, de manera que la posibilidad de sentir los polos, es decir, el posicionamiento del rotor del generador condicionado por el momento de retención favorece la introducción de un perno y/o bloqueo.

20 Preferiblemente la instalación de energía eólica presenta

- un freno de servicio mecánico y/o
- un freno de pala aerodinámico y/o
- un freno de generador electromagnético y/o

25 - un dispositivo de inmovilización mecánico, en particular aproximable mediante cierre por fricción y/o arrastre de forma, conectándose de forma regulable uno o varios de los frenos con un dispositivo de regulación para la regulación del efecto de frenado.

30 Ha resultado ser ventajoso que el freno de servicio mecánico presente un primer accionamiento de aproximación, con el que se puede aproximar un medio de freno, en particular una zapata de freno, a un medio de rodadura, en particular un nervio de inmovilización y/o un disco de freno. El freno de servicio mecánico presenta ventajosamente una primera interfaz con un dispositivo de regulación para la regulación del efecto de frenado, en particular aproximación.

35 Ha resultado ser ventajoso que el dispositivo de inmovilización mecánico presenta un segundo accionamiento de aproximación, con el que se puede fijar un medio de freno, en particular un perno de bloqueo y/o una zapata de freno, en un medio de bloqueo, en particular una ranura de bloqueo y/o un disco de freno. El dispositivo de inmovilización mecánico presenta ventajosamente una segunda interfaz con un dispositivo de regulación para la regulación del efecto de bloqueo.

40 Ha resultado ser ventajoso que el freno de pala aerodinámico presenta un motor de paso, con el que se puede ajustar un ángulo de ataque de la pala y que presente una tercera interfaz con el dispositivo de regulación para la regulación del efecto de frenado, en particular del ajuste de paso.

45 Ha resultado ser ventajoso que el freno de generador electromagnético presente una cuarta interfaz para la regulación de la excitación de una zapata polar del rotor del generador y/o una quinta interfaz con la transmisión de la posibilidad de sentir la retención del generador.

50 En el procedimiento puede estar previsto que la primera, segunda, tercera, cuarta y/o quinta interfaz se puedan excitar con un bucle de regulación.

Preferentemente en la instalación de energía eólica, el freno de servicio mecánico y el dispositivo de inmovilización mecánico están integrados en un freno de disco. Preferentemente un nervio de inmovilización, preferentemente con un número de ranuras de bloqueo, en particular un disco de freno, del freno de disco está montado en una parte giratoria de la instalación y un medio de freno está montado en una parte estacionaria de la instalación de energía eólica. El disco de freno puede estar montado, por ejemplo, en una carcasa del buje de rotor. La parte estacionaria de la instalación de energía eólica está montada entonces preferiblemente en una carcasa de la sala de máquinas.

De forma especialmente preferible un nervio de inmovilización, en particular un disco de freno, puede estar montado

en una parte giratoria del generador, como por ejemplo un rotor del generador, en particular un rotor de anillo de un generador de anillo. La parte estacionaria de la instalación de energía eólica está montada luego preferiblemente en una fijación de estator, en particular un brazo portante de estator.

- 5 El medio de freno es preferiblemente una unidad de freno, preferentemente con una zapata de freno y/o un perno de bloqueo o medios de inmovilización similares, en particular aun más con un accionamiento apropiado para el medio de inmovilización.

10 Un freno mecánico también puede estar implementado adicionalmente o alternativamente como freno de disco en la cadena cinemática mecánica de la carcasa de la máquina, en particular entre un buje de rotor y el generador en la cadena cinemática.

15 De forma especialmente preferida una zapata de freno está configurada en la parte estacionaria de la instalación de energía eólica para la aproximación al disco de freno y el disco de freno presenta un número de ranuras de bloqueo, que están asociadas a un número de pernos de bloqueo engranables en las ranuras de bloqueo.

20 Un sistema sensor, en particular con un encoder incremental y/o un anemómetro, está configurado para la medición de magnitudes de regulación del frenado, que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, posición, temperatura exterior, velocidad del viento; y el sistema sensor está conectado con un dispositivo de regulación para la regulación del efecto de frenado.

25 Ejemplos de realización de la invención se describen ahora a continuación mediante el dibujo. Éstos deben representar los ejemplos de realización no sólo necesariamente a escala, mejor dicho, el dibujo que sirve para la explicación está realizado de forma esquematizada y/o ligeramente deformada. Con vistas a la complementación de las enseñanzas directamente reconocibles del dibujo se remite al estado de la técnica pertinente. A este respecto, se debe tener en cuenta que se pueden efectuar múltiples modificaciones y cambios referentes a la forma y el detalle de una forma de realización sin desviarse de la idea general de la invención. Las características de la invención dadas a conocer en la descripción, en el dibujo y en las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto individualmente, como también en cualquier combinación para el perfeccionamiento de la invención. Además, en el marco de la invención están incluidas todas las combinaciones de al menos dos de las características dadas a conocer en la descripción, el dibujo y/o las reivindicaciones. La idea general de la invención no está limitada a la forma exacta o el detalle de la siguiente forma de realización preferida mostrada y descrita o está limitada a un objeto que estaría limitado en comparación al objeto reivindicado en las reivindicaciones. En los rangos de dimensionado indicados también se deben dar a conocer valores situados dentro de los límites mencionados como valores no equilibrados y usar y reivindicar a voluntad. Otras ventajas, características y particularidades de la invención se deducen de la descripción siguiente de los ejemplos de realización preferidos, así como mediante el dibujo; éste muestra en:

40 Fig. 1 una forma de realización preferida de una instalación de energía eólica con una góndola, en la que un rotor accionable por el viento está acoplado a través de un buje de rotor en una cabeza de rotor con un accionamiento del generador, pudiéndose detener e inmovilizar el rotor, mediante frenado regulado, posicionamiento predeterminado y bloqueo automático del rotor.

45 Fig. 2 en una representación de detalle en perspectiva una góndola de la instalación de energía eólica de la fig. 1 con un dispositivo de regulación representado esquemáticamente para el frenado, posicionamiento y bloqueo del rotor en la posición de parada, en cuestión con el uso de una o varias funciones de freno diferentes, a saber un freno mecánico y/o un freno aerodinámico y/o un freno electromagnético para la reducción y/o un bloqueo para el bloqueo durante la parada – la posición de parada usa una posición de retención del generador;

50 Fig. 3 en una vista en sección parcial, la góndola de la fig. 2 con representación de un dispositivo de inmovilización mecánico de forma especialmente preferido;

55 Fig. 4 en otra vista en perspectiva parcial, el dispositivo de inmovilización mecánico especialmente preferido para la góndola de la fig. 2;

Fig. 5 una representación a modo de ejemplo del dispositivo de inmovilización mecánico preferido en el generador, con un freno mecánico en forma de un freno de disco, en el que un freno de servicio mecánico y un dispositivo de bloqueo para el bloqueo del rotor en la posición de parada están integrados en el freno de disco con el objetivo de impedir un rearranque del rotor, y previendo el dispositivo de inmovilización mecánico un arrastre de forma mediante

pernos de bloqueo y ranuras de bloqueo y/o un cierre por fricción;

Fig. 6 en la vista (A) en la zona del detalle X, la posibilidad para la colocación de un freno mecánico y/o dispositivo de bloqueo como dispositivo de inmovilización mecánico según una variante entre una carcasa de la sala de máquinas y una carcasa del buje de rotor, así como en la vista (B) el detalle X desde otra representación en perspectiva;

Fig. 7 un esquema de desarrollo para un procedimiento de una forma de realización preferida.

10 La fig. 1 muestra una instalación de energía eólica 1000 con una torre 1, una góndola 2, así como un rotor 3 con un número de en cuestión tres palas de rotor 3.1, 3.2, 3.3. Las palas de rotor 3.1, 3.2, 3.3 están acopladas en accionamiento en la cabeza de rotor 5 a través de un carenado 4 gracias a un buje de rotor 9 alojado en él, mostrado más en detalle en la fig. 2 con un generador 7 mostrado en la fig. 2. Para ello una pala de rotor 3.1, 3.2, 3.3 está conectada a través de un apoyo de pala 8 representado en la fig. 2 con un buje de rotor 9 o un adaptador de buje, que acciona un rotor del generador 7.1 del generador 7 para la generación de corriente eléctrica en un estator del generador 7.2 estacionario del generador 7. La fig. 2 muestra los detalles de la carcasa de la máquina en la góndola 2 con el apoyo de pala 8 mencionado, el buje de rotor 9, así como el generador 7 con el rotor del generador 7.1 y estator del generador 7.2.

20 En el caso del rotor 3 giratorio se gira una carcasa del buje de rotor 15 respecto a una carcasa de la sala de máquinas 12, que rodea la sala de máquinas de la góndola 2. El buje de rotor 9 y el apoyo de pala 8 engranan en cuestión en la carcasa de buje de rotor 15. El rotor del generador 7.1 descansa montado de forma giratoria sobre un pivote de eje 19, asimismo como el buje de rotor 9, de manera que un movimiento de giro del rotor 3 acciona en rotación el rotor del generador.

25

Una plataforma 21 de la carcasa de la máquina 20 porta un número de motores acimutales 22 para el accionamiento de un apoyo acimutal a fin de orientar la góndola 2 con su eje A conforme a una dirección del viento. En la plataforma 21, la instalación de energía eólica se puede controlar localmente a través de un terminal 31 y mediante el terminal 31 se puede acceder a un dispositivo de regulación 30 de la instalación de energía eólica mostrado esquemáticamente en la fig. 2, así a través del terminal 31 se pueden controlar las instrucciones y los parámetros mediante los que se puede desconectar la instalación de energía eólica 1000 de forma condicionada por el funcionamiento, por ejemplo, para un caso de asistencia técnica condicionado por el funcionamiento. Otro primer terminal 31' dentro de la base de la torre o sobre la base de la torre pueden estar conectado, por ejemplo, con el dispositivo para el control 30 y un segundo terminal 31'' puede estar previsto en una central de control y estar conectado además con el dispositivo para el control 30.

Si en el caso de asistencia técnica se tienen que efectuar medidas en la carcasa del buje de rotor 15, eventualmente también para otras medidas en la instalación de energía eólica, se requiere que el rotor 3 se detenga y se bloquee durante la parada con el objetivo de impedir ampliamente un movimiento del rotor, pero impedir en particular un re arranque de la instalación de energía eólica. Por ejemplo, la fig. 6(A) muestra una instalación de energía eólica 1000A parada en una primera posición de parada P1 del rotor 3 con la pala de rotor 3.1 a las 12h y la fig. 6(B) una instalación de energía eólica 1000B parada durante una intervención de servicio del personal de asistencia técnica P con una segunda posición de parada P2 del rotor 3 con la pala de rotor 3.1 a las 2h.

45 Para la preparación de la intervención de servicio se desconecta una instalación de energía eólica 1000, 1000A, 1000B hasta la parada del rotor 3, en tanto que el rotor 3 se frena de forma mecánica y/o aerodinámica. Sin el planteamiento de regulación del concepto aquí descrito, el rotor 3 debería detenerse en una posición de reposo que se produce de forma más o menos estimable mediante el frenado. Si esta posición de reposo no concordarse con una posición de parada bloqueable para el rotor, el rotor 3 se debería llevar de una posición de reposo inapropiada a una posición de parada bloqueable. Es válido evitar que el rotor se detenga en la posición de reposo inapropiada mencionada, ya que requiere un coste adicional el llevar el rotor de la posición de reposo inapropiada a la posición de parada bloqueable.

También existe la posibilidad desventajosa de parar abruptamente el rotor 3 todavía giratorio con un par de giro restante no insignificante, en tanto que se capturaría manualmente directamente en la posición de parada bloqueable; esto también se designa como captura dinámica. Una captura dinámica se realiza así porque el rotor 3 todavía giratorio se detiene primeramente mediante un bloqueo en la posición de parada. Este modo de proceder transmite cargas y momentos no insignificantes a un dispositivo de inmovilización mediante el que se bloquea el rotor 3 y puede deteriorar considerablemente el dispositivo de inmovilización; por ello esto se debe evitar y

preferiblemente ya excluir a ser posible debido a las circunstancias técnicas.

Para la desconexión de la instalación de energía eólica hasta la parada del rotor se puede usar un efecto de frenado aerodinámico del rotor 3 con ángulo de ataque de las palas de rotor 3.1, 3.2, 3.3 ajustable correspondientemente por los motores de paso 61, que se puede implementar mediante un freno aerodinámico 60 representado simbólicamente de forma esquemática.

Adicionalmente a un freno aerodinámico 60 semejante se puede usar un freno de servicio mecánico durante el funcionamiento, es decir, en el caso de rotor 3 que gira. Un freno de servicio mecánico puede atacar preferiblemente en una parte giratoria accionada por el rotor 3, como por ejemplo (aquí no el caso y no representado) directamente en un árbol que gira. En el caso de una cadena cinemática de una instalación de energía eólica con un pivote de eje 19 estacionario aquí representado, el freno de servicio 40 puede atacar en principio, representado aquí preferiblemente y a continuación explicado mediante la fig. 3 y fig. 4, en un rotor del generador; en una modificación (aquí no el caso y no representada) eventualmente también en otras partes giratorias de la cadena cinemática, como por ejemplo, que atacan en un buje de rotor 9. En cuestión un primer medio de freno del freno de servicio 40 está colocado en un estator del generador 7.2 y actúa sobre un segundo medio de freno en el rotor del generador 7.1; el freno de servicio 40 actúa así entre un estator del generador 7.2 y un rotor del generador 7.1 y está colocado en este sentido entre el estator del generador 7.2 y el rotor del generador 7.1.

En una modificación un freno de servicio podría atacar en un apoyo sobre el pivote de eje 19, en particular en un apoyo entre el rotor del generador 7.1 y el pivote de eje 19 (aquí no el caso y no representado).

Otro freno de servicio mecánico 40 mostrado aquí a modo de ejemplo puede estar previsto adicionalmente o alternativamente entre una parte giratoria de la góndola 2 y una parte fija de la góndola, por ejemplo, entre la carcasa del buje de rotor 15 mencionada y la carcasa de la sala de máquinas 12.

Adicionalmente o alternativamente a al menos uno de los frenos de servicio mecánicos 40, 40', que están dibujados en la fig. 2 esquemáticamente y a modo de ejemplo, la instalación de energía eólica 1000 presenta en la góndola 2 un bloqueo mecánico o freno de bloqueo, también designado como freno de estacionamiento, bloqueo que está configurado mediante un dispositivo de inmovilización mecánico para inmovilizar el rotor 3 durante la parada. Este dispositivo de inmovilización 50 se muestra más en detalle esquemáticamente a modo de ejemplo en la fig. 3 y fig. 4, como freno de bloqueo, en combinación con un freno de servicio mecánico 40, 40'; a saber aquí con un freno de servicio mecánico 40 entre el estator del generador 7.2 y el rotor del generador 7.1 (en una modificación y/o con un freno de servicio mecánico 40' entre la carcasa de la sala de máquinas 12 y la carcasa del buje de rotor 15).

A continuación se explica más en detalle el dispositivo de inmovilización 50, en particular con un freno de servicio mecánico 40 entre el estator del generador 7.2 y el rotor del generador 7.1 en referencia a la fig. 3 y fig. 4. El bloqueo, con o sin freno de servicio mecánico 40, se puede implementar en principio de distinto modo y manera, por ejemplo mediante cierre por fricción y/o arrastre de forma; en la fig. 5 se muestra un ejemplo de un arrastre de forma para la representación de un bloqueo.

En general, para continuar la representación de un cierre por fricción, las zapatas de freno, montadas en una parte fija de la instalación de energía eólica 1000, pueden atacar en un disco de freno, montado en una parte fija de la instalación de energía eólica 1000, a fin de sujetar o bloquear la parte giratoria de la instalación de energía eólica. De forma similar las zapatas de freno de una parte fija de la instalación de energía eólica 1000, que atacan en un disco de freno de una parte giratoria de una instalación de energía eólica, se pueden usar para un freno de servicio mecánico. En particular se puede realizar en cuestión un freno de accionamiento mecánico 40 en combinación con un bloqueo. En cuestión el freno de servicio mecánico 40 se usa como primera parte de un bloqueo en una funcionalidad ampliada en el caso de presión de zapata de freno más aumentada.

El bloqueo realizado eventualmente también a solas, es decir, también sin el freno de servicio mecánico 40 mencionado anteriormente se describe a continuación mediante el dispositivo de inmovilización 50 de la fig. 3 y fig. 4, una disposición alternativa de un freno de servicio 40' para un dispositivo de inmovilización 50' modificado se muestra esquemáticamente como detalle X en las fig. 6(A) y fig. 6(B).

A continuación, para características idénticas o similares o características de función idéntica o similar, por sencillez se usa la misma designación; en referencia a las fig. 3 y fig. 4 se describe ante todo el dispositivo de inmovilización 50, estando referidas en cuestión las características restantes a la descripción anterior.

Por la fig. 3 se puede reconocer la estructura más detallada de un sistema 100 de rotor 3 y generador 7 para la configuración de una cadena cinemática. El rotor 3 está montado de forma giratoria a través del buje de rotor 9 asimismo el generador 7 a través del rotor del generador 7.1 en un pivote de eje 19, pudiéndose convertir el movimiento de giro del rotor 3 en un movimiento del rotor del generador 7.1. A este respecto, el rotor del generador 7.1 que se gira en el estator de rotor 7.2 genera corriente eléctrica según el diseño del generador 7. El rotor del generador presenta correspondientemente polos 7P dispuestos circunferencialmente y el estator del generador 7.2 un devanado de estator 7S apropiado.

El estator del generador 7.2 está sujeto por un número de brazos portantes de estator 17, que están fijados en una estrella de estator 18. El pivote de eje 19 y la estrella de estator se portan por el soporte de máquina 24 en un apoyo acimutal 23 en la carcasa de máquina 20.

Para la representación del dispositivo de inmovilización 50, el rotor del generador 7.1 presenta en el borde de una construcción portante 17P un nervio de inmovilización 16 con un número de ranuras de inmovilización 16N y una superficie de fricción 16S. Se indica que un nervio de inmovilización semejante no designado más en detalle también puede estar formado en un borde de una carcasa del buje de rotor. El nervio de inmovilización 16 coopera en cuestión junto con un medio de inmovilización 14 para la representación de un dispositivo de fijación 50 mencionado anteriormente (o con una desviación para la representación de un dispositivo de inmovilización 50' entre la carcasa de la sala de máquinas 12 y carcasa del buje de rotor 15). El dispositivo de inmovilización 50 (o el dispositivo de inmovilización 50') está explicado en general en la fig. 5.

La fig. 4 muestra de forma ampliada el freno de servicio mecánico 40 para la representación del dispositivo de inmovilización 50 con el nervio de inmovilización 16 o las ranuras de inmovilización 16N y la superficie de fricción 16S en una representación en perspectiva y ampliada entre el rotor del generador 7.1 y estator del generador 7.2 del generador 7. En particular en la fig. 4 con indicación a la fig. 5 ya se puede reconocer, como parte de un freno de servicio con función de bloqueo, un soporte para un perno de bloqueo 51 que está previsto para el engranaje en una ranura de bloqueo 52 designada en general con 52 (aquí la ranura de inmovilización 16N).

En general para la representación de un arrastre de forma, por ejemplo, un perno de bloqueo 51 puede engranar en una ranura de bloqueo 52 de una parte giratoria de la instalación de energía eólica 1000, a fin de sujetar la parte giratoria de la instalación de energía eólica. Por consiguiente puede estar formada una segunda parte de un dispositivo de bloqueo.

En una forma de realización mostrada en cuestión en la fig. 5, un freno de servicio mecánico 40 está integrado en una freno de disco como parte de un dispositivo de inmovilización mecánico 50 con medios de bloqueo. Un nervio de inmovilización 16 en forma de un disco de freno 42 está formado en una parte giratoria de la instalación de energía eólica, en cuestión en el rotor del generador 7.1. Un medio de freno, aquí una zapata de freno 41 y un perno de bloqueo 51, están montados en una parte estacionaria de la instalación de energía eólica, aquí en el estator del generador 7.2. En una modificación un nervio de inmovilización también puede estar formado en la carcasa del buje de rotor 15 y un medio de freno en la carcasa de la máquina 12.

La zapata de freno 41 está configurada para la aproximación al disco de freno 42 y es al menos parte de un freno de servicio mecánico 40. En el caso de parada del rotor 3 y con presión de apriete aumentada de la zapata de freno, la zapata de freno 41, en combinación con el disco de freno 42, sirve como primera parte de un dispositivo de inmovilización mecánico 50, mediante el que se puede inmovilizar el rotor 3. Adicionalmente el disco de freno 42 presenta un número de las ranuras 16N mencionadas anteriormente como ranuras de bloqueo 52, que están asociadas a un número de pernos de bloqueo 51 engranables en las ranuras de bloqueo 52. La combinación de pernos de bloqueo 51 y ranuras de bloqueo 52 como segunda parte del dispositivo de inmovilización mecánico 50 forma un bloqueo puro, que, una vez aproximado, para el rotor 3 de forma segura e independientemente de las circunstancias exteriores (como velocidad del viento o disponibilidad de red) y evita el peligro de un movimiento, incluso de un re arranque.

A este respecto se produce en principio el problema descrito arriba en general, de que en particular en el caso de un freno de estacionamiento realizado por arrastre de forma o dispositivo de bloqueo similar, como en la segunda parte descrita del dispositivo de inmovilización mecánico 50, sólo entran en consideración determinadas posiciones de parada, por ejemplo, P1, P2 de la fig. 6 del rotor 3 para una posición de bloqueo, dado que sólo en una posición de bloqueo entra un perno de bloqueo 51 en una ranura de bloqueo 52. Habitualmente para ello se estima por el personal de asistencia técnica P mostrado en la fig. 6(B) una velocidad de giro restante del rotor 3. Teniendo en cuenta un tiempo de acceso requerido de un freno de servicio 40, 40', por ejemplo, debido a un dispositivo de

aproximación electromecánico o hidráulico, como también teniendo en cuenta una deceleración del freno de servicio mecánico 40, 40' se intenta posicionar el rotor 3, de modo que una ranura de bloqueo 52 en el disco de freno 42 se detiene exactamente frente al perno de bloqueo 51. Sólo en un caso semejante se podría bloquear entonces el bloqueo, así aquí la segunda parte del dispositivo de inmovilización 40, en particular un perno de bloqueo 51 se introduce en una ranura de bloqueo 52.

La fig. 2, para la subsanación de la problemática descrita, muestra en el ejemplo de la instalación de energía eólica 1000 un dispositivo de regulación 30, que se puede manejar a través de uno o varios terminales 31, 31', 31'' y que está conectado por control con frenos diferentes funcionalmente. Estos frenos comprenden:

- 10 - al menos uno de los frenos de servicio 40, 40' de los que puede estar previsto cada vez uno sólo o ambos en combinación;
- el freno aerodinámico 60 que se puede ajustar a través de un número de motores de paso 61 que actúan sobre un ángulo de paso de las palas de rotor 3.1, 3.2, 3.3;
- 15 - un freno electromagnético 70 formado en el generador 7, que se puede regular bajo excitación del generador 7, en particular rotor del generador 7.1;
- un bloqueo como parte del dispositivo de inmovilización mecánico 50, que está realizada en cuestión mediante un número de pernos de bloqueo 51 y ranuras de bloqueo 52 entre una carcasa del buje de rotor 15 y la carcasa de la sala de máquinas 12 de la góndola 2.

20 Los frenos 40, 40', 50, así como 60 y 70 están conectados por control con el dispositivo de regulación 30. En el sistema 100 designado como instalación de generador - rotor formado por góndola 2, generador 7 y rotor 3 está conectado en cuestión un sistema de freno 200, a saber, con uno o con varios de los frenos 40, 40', 50, 60 y/o 70, que está conectado por control con un módulo de freno 210 implementado en el dispositivo de control 30 a través de interfaces 240, 250, 260, 270 para la excitación del freno o de los frenos; es decir, para el control que regula el freno de servicio mecánico 40 aproximable de forma eléctrica y/o hidráulica, para la aproximación automática del bloqueo mediante un dispositivo de inmovilización mecánico 50, para la excitación del freno aerodinámico 60 y para la excitación del freno electromagnético 70. El módulo de freno 210 se puede manejar a través de líneas de control apropiadas, representadas a trazos y que se pueden manejar a través de terminales 31, 31', 31''. Con el dispositivo de regulación 30 está conectado un pulsador y/o un monitor como terminal de entrada, lo que permite la entrada de una posición final deseada del rotor 3.

El módulo de freno 210 contiene los valores medidos de las magnitudes de regulación de un sistema sensor 230, que presenta al menos un sensor de velocidad del viento Sv, un sensor de velocidad de giro Sn y un sensor de deceleración Sa. El módulo de freno 210 se puede calibrar a través de un módulo de calibración 220.

El sistema de freno 200 permite en principio frenar el sistema 100 formado por rotor 3 y generador 7 sobre/en la góndola 2 de la instalación de energía eólica 1000, es decir, el rotor 3 y el generador 7, de forma automatizada y durante el funcionamiento y frenarlo hasta una detención de forma exacta en posición en la posición final mediante uno o varios de los frenos 40, 40' así como 60 y 70 reglados y bloquearlo durante la parada prácticamente en la posición final deseada a través del bloqueo como parte del dispositivo de inmovilización mecánico 50 (en una modificación adicionalmente o alternativamente al dispositivo de inmovilización 50').

La fig. 6 muestra en la vista A y B respectivamente una instalación de energía eólica 1000A, 1000B de tipo constructivo más antiguo o más nuevo en la zona de la góndola 2. En cuestión para partes idénticas o similares o partes de función idéntica o similar se usan las mismas referencias. En la fig. 5 se muestra el detalle X en la vista (A) y (B) para la representación detallada de un freno de servicio mecánico 40', en combinación con un dispositivo de bloqueo mecánico como dispositivo de inmovilización mecánico 50'.

50 La parte estacionaria de la instalación de energía eólica 1000A, 1000B puede estar formada por una carcasa de la sala de máquinas 12. La parte móvil, es decir giratoria, como parte del rotor 3 de la instalación de energía eólica puede ser la carcasa del buje de rotor 15 del rotor 3.

En la forma de realización preferida según la fig. 2, fig. 3, fig. 4, la parte estacionaria de la instalación de energía eólica 1000 está formada en cuestión por un estator del generador 7.2, a saber, concretamente un brazo portante del estator del generador 7.2. La parte móvil, es decir giratoria, accionada por el rotor 3 de la instalación de energía eólica es en cuestión el rotor del generador 7.1 del generador 7.

El perno de bloqueo 51 forma con la ranura de bloqueo 52 el dispositivo de bloqueo en forma de la segunda parte

del dispositivo de inmovilización mecánico 50. El perno de bloqueo 51 se puede aproximar a través de una unidad motora 53, por ejemplo un motor eléctrico o una unidad hidráulica o una unidad neumática o un actuador magnético, en la dirección radial R hacia la ranura de bloqueo 52 y en el caso de posicionamiento relativo apropiado a lo largo de la circunferencia U, es decir, en el caso de posición angular concordante de una ranura de bloqueo 52 y perno de
 5 bloqueo 51, el perno de bloqueo 51 se puede desplazar dentro de la ranura de bloqueo 52 bajo activación de la unidad motora 53. La unidad motor 53 también puede estar configurada eventualmente de manera que ésta ya se aproxima a lo largo del radio R, cuando el perno de bloqueo 51 sólo descansa parcialmente en la posición angular de la ranura de bloqueo 52. La ranura de bloqueo 52 presenta flancos de abertura 52.1, 52.2 que pueden recibir en forma de embudo el perno de bloqueo 51, de modo que éste se puede introducir de forma autoajustante en la ranura
 10 de bloqueo 52. Correspondientemente el perno de bloqueo 51 presenta una superficie exterior 51.1 que se estrecha esencialmente en forma de cono y que tiene una pendiente esencialmente igual en valor o algo más escarpada que los flancos 52.1, 52.2 de la ranura de bloqueo 52.

El freno de servicio mecánico 40 está formado en forma de un freno de disco, presenta así una funcionalidad que se
 15 produce por la interacción de las zapatas de freno 41 y disco de freno 42. Las zapatas de freno 41 representada sólo simbólicamente también pueden ejercer una fricción sobre el disco de freno 42 durante el funcionamiento de una instalación de energía eólica 1000, es decir, en el caso de rotor 3 giratorio o carcasa de rotor 15 giratoria, en cierre por fricción.

20 En particular en combinación con el freno aerodinámico 60, esto ofrece una posibilidad muy efectiva de ayudar a detener rápidamente el rotor 3, también en situaciones de emergencia. Habitualmente es suficiente el freno aerodinámico 60 para frenar el rotor hasta un movimiento de barrena durante una desconexión normal de la instalación de energía eólica y usar a continuación el freno de servicio mecánico 40 para detener el rotor 3. La conexión del freno de servicio mecánico 40 con rotor 3 que todavía gira, en particular en un caso de emergencia con
 25 rotor 3 que todavía gira, por ejemplo, en el intervalo de carga, el freno de servicio mecánico 40 aumenta muy considerablemente el momento de carga sobre el rotor 3, es decir, la deceleración del mismo. En caso de urgencia el freno de servicio mecánico 40 también representa un medio seguro para detener el rotor 3 al faltar la carga de red.

Se ha mostrado que adicionalmente, pero eventualmente no en cada caso, en particular no por ejemplo al faltar la
 30 carga de red, se puede usar un freno electromagnético 70 para efectuar un posicionamiento automático del rotor 3 respecto a la parte fija de la góndola 2, de manera que los pernos de bloqueo 51 y ranuras de bloqueo 52 concuerdan en la posición angular. Se ha mostrado que el frenado controlado del rotor 3 hasta la detención es posible de forma comparablemente sencilla bajo un control de la excitación. Como resultado se pueden usar por consiguiente como freno, un freno aerodinámico 60 y el freno de servicio mecánico 40 (también denominado freno
 35 de detención) y eventualmente en el caso de suministro de red presente también un freno electromagnético 70.

El procedimiento especialmente preferido para el frenado automatizado del rotor 3 prevé el frenado automatizado mediante el freno aerodinámico 60 en una primera parte del procedimiento S-I básico, de forma especialmente preferida con el uso de la excitación del rotor del generador 7.1, es decir, un freno electromagnético 70. Si no está
 40 presente un caso de emergencia, por debajo de una cierta velocidad de giro umbral del rotor, por ejemplo, cuando éste sólo entra en barrena o sólo gira de forma muy lenta, un freno mecánico 40 puede decelerar adicionalmente el movimiento de giro restante del rotor. A continuación en una segunda parte del procedimiento S-II básica se realiza un posicionamiento automático del rotor 3 respecto a la parte fija de la góndola 2, en particular de manera que una ranura de bloqueo 52 llega a estar prácticamente frente a un perno de bloqueo 51; pero en cualquier caso llega a
 45 estar en aproximadamente la misma posición angular. Se ha demostrado que un momento de retención del generador 7 se puede usar ventajosamente en el caso del posicionamiento, a fin de detener el rotor 3 dentro de la unidad de retención. Se ha demostrado que el frenado del rotor 7 hasta la parada se puede realizar con control / regulación de la excitación del rotor del generador y/o con control / regulación del freno de servicio mecánico 40; y a saber de manera que con un movimiento residual tiene como consecuencia un posicionamiento exacto durante la
 50 parada, que hace posible un bloqueo en una tercera parte del procedimiento S-III básica.

En una tercera parte del procedimiento S-III básica se realiza una introducción de perno automática o manual, aquí automático, mediante inserción de un perno de bloqueo 51 automático en una ranura de retención 52, según se explica en general en la fig. 5. Adicionalmente el freno de servicio mecánico puede constituir, con una mayor presión
 55 de apriete de las zapatas de freno 41 sobre el disco de freno 42, como freno de detención con cierre por fricción, la primera parte del dispositivo de inmovilización mecánico 40; es decir, adicionalmente al bloqueo de la parte giratoria de la instalación de energía eólica (aquí rotor del generador 7.1 y/o en una modificación la carcasa del buje de rotor 15) mediante un bloqueo de la segunda parte del dispositivo de inmovilización mecánico 50.

En el marco de un freno de disco mostrado en cuestión ha probado su eficacia especialmente la combinación de un bloqueo en el marco del dispositivo de inmovilización mecánico 50, como también un freno de detención o freno de servicio 40 de tipo mecánico. Para ello un disco de freno 42 del freno de disco presenta no sólo una superficie de freno (por ejemplo, superficies de fricción 16S), que se puede asir en cierre por fricción por parte de las zapatas de freno 41, sino además un número de ranuras de bloqueo 52 (por ejemplo ranuras 16N mencionadas anteriormente), en las que pueden engranar un número de pernos de bloqueo 51. Bajo un número se debe entender en principio uno o más, es decir, uno, dos, tres, etc.

La fig. 7 muestra en un esquema de desarrollo un desarrollo del procedimiento preferido para el frenado automático y regulado, así como aseguramiento de un rotor 3 en una instalación de energía eólica 1000, 1000A, 1000B explicada anteriormente. En principio es posible un bloqueo y se realiza de forma automática; con tiempo de asistencia técnica reducido se impide un re arranque de la instalación de energía eólica de forma fiable.

El procedimiento sigue la estructura básica con el frenado del rotor 3 en una primera parte del procedimiento S-I, posicionamiento del rotor 3 en una posición de parada en una segunda parte del procedimiento S-II y bloqueo del rotor 3 en la posición de parada P1, P2 en una tercera parte del procedimiento S-III. Concretamente está previsto en cuestión que en la primera parte del procedimiento S-I se efectúa un frenado automatizado mediante un freno aerodinámico 60 (con ayuda del ángulo de paso de la pala de rotor 3.1, 3.2, 3.3) preferentemente en combinación con frenos mediante excitación del rotor a través de un freno electromagnético 70. Concretamente está previsto en cuestión que en la segunda parte del procedimiento S-II se efectúa un posicionamiento automático del rotor respecto a la parte fija de la góndola (por ejemplo, posicionamiento de las ranuras de bloqueo respecto a los pernos de bloqueo), en particular con ayuda del momento de retención del generador 7, así como frenado controlado del rotor 3 hasta la detención (control de la excitación a través de un freno electromagnético 70 y control del freno de detención en forma del freno de servicio mecánico 40, 40'). Concretamente está previsto en cuestión que en la tercera parte del procedimiento S-III se realice una introducción de perno automática o manual con la ayuda del dispositivo de inmovilización mecánico 50 (por ejemplo, inserción de los pernos de bloqueo en las ranuras de bloqueo = arrastre de forma) o bloqueo mediante el freno de detención (cierre por fricción); esto con el objetivo de impedir de forma fiable un re arranque del rotor.

En una primera etapa S1 la instalación de energía eólica se lleva al estado de asistencia técnica. En una segunda S2 se realiza una selección de la posición final necesaria, es decir, posición de detención, a través de un pulsador, teclado o pantalla u otra interfaz de hombre máquina (ManMachine-Interface, MMI) para la introducción de perno / bloqueo de la instalación. Esto se puede indicar, por ejemplo, teniendo en cuenta la orientación relativa del rotor del generador 7.1 respecto al estator del generador 7.2 como posición de parada. Entonces se puede seleccionar, por ejemplo, una posición entre 0 y 360° para la pala de rotor determinada, por ejemplo, para la pala de rotor 3.1, como posición final, por ejemplo, pala de rotor 3.1 en la posición a los 12h, y luego asociarla a una posición de parada retenida a través de la orientación relativa del rotor del generador 7.1 respecto al estator del generador 7.2.

En una tercera etapa S3 se puede accionar un freno aerodinámico 60 ya que se operan los motores de paso 61, a fin de girar las palas de rotor 3.1, 3.2, 3.3 del rotor 3 fuera del viento. El rotor 3 entra en barrena; a consecuencia de las turbulencias y desprendimientos de vórtices se realiza una deceleración del rotor mediante el freno aerodinámico 60.

En la cuarta etapa S4 se puede determinar la velocidad de giro y deceleración de la instalación.

En una quinta etapa S5, para el aumento de la deceleración se da una excitación adicional sobre la zapata polar del rotor 3; en particular mediante el freno electromagnético 70. La excitación se selecciona automáticamente en función de la velocidad de giro n presente y la deceleración a presente. De esta manera se puede provocar un frenado regulado, pero en cualquier caso controlado, del rotor. La regulación de una excitación puede resultar ser más rápida y más exacta que la regulación del freno de servicio mecánico 40.

Las etapas S2 a S5 se corresponden esencialmente con el frenado automatizado en la primera parte del procedimiento S-I. Las etapas S6 a S8 y S10 se corresponden esencialmente con el posicionamiento automatizado en la segunda parte del procedimiento S-II. Las etapas S1 y S9 se corresponden esencialmente con el bloqueo automatizado en la tercera parte del procedimiento S-III.

En una sexta etapa S6 se puede poner a disposición un software o producto de programa informático similar, que calcula automáticamente con que velocidad de giro n y posición S se acerca el freno mecánico 40. Esto se puede provocar por un frenado simultáneo mediante el freno electromagnético 70, por ejemplo, mediante excitación del

generador, en particular rotor del generador 7.1. De este modo se detiene de manera regulada el rotor, de tal forma que la posición de parada alcanzada según la posición final preajustada se le asocia de forma congruente a una posición de bloqueo predeterminada de forma fija a la instalación, en particular en el caso de un dispositivo de inmovilización aproximado automáticamente bajo arrastre de forma. De manera simplificadora, mediante una distribución de posiciones de bloqueo se adapta a una distribución de ranuras de bloqueo y/o polos, de manera que una posición de bloqueo de la distribución de posiciones de bloqueo concuerda con una posición de retención del rotor del generador condicionada por un momento de retención. El último posicionamiento se puede provocar así por un momento de retención del generador 7. En el ejemplo de la fig. 5, un perno de bloqueo 51 llega a estar en la posición de parada frente a la ranura de bloqueo 52 debido al procedimiento de regulación.

En particular para ello, en una séptima etapa S7 para el cálculo de los valores de deceleración necesarios del sistema de freno 200, se puede determinar a través del encoder incremental, en general un sensor Sn, Sa del sistema sensor 230, en el preludio en una medición de test y se puede corregir u optimizar en mediciones siguientes. De este modo se puede conseguir una calibración o durante el funcionamiento continuas adaptaciones automáticas de los valores de deceleración del freno mecánico 40 y/o del freno electromagnético 70, por ejemplo, en un módulo de calibración 220 del dispositivo de regulación 30; esto también con vistas al estado agudo de un freno del sistema de freno 200 y eventualmente también en función de una temperatura exterior o una velocidad del viento (medido por el sensor Sv) de la instalación de energía eólica 1000.

En una octava etapa S8, el rotor 3 llega automáticamente al reposo y a aquella posición de parada que está asociada a la posición final definida en la etapa S2, pudiéndose activar en la posición de parada no sólo un freno de detención con cierre por fricción (por ejemplo, mediante cierre accionado por fricción de las zapatas de freno 41 en el disco de freno 42), sino también un bloqueo (por ejemplo, mediante aproximación en arrastre de forma de al menos un perno de bloqueo 51 a una ranura de bloqueo 52).

En una novena etapa S9 se puede efectuar de forma manual o automática una introducción de perno u otro bloqueo de la parte giratoria contra la parte no giratoria, aquí la carcasa del buje de rotor 15 respecto a la carcasa de la sala de máquinas 12, mediante el dispositivo de inmovilización mecánico 40 en forma del dispositivo de bloqueo, según se muestra a modo de ejemplo en la fig. 5C. El bloqueo resultará ser no problemático, dado que un perno de bloqueo 51 llega a estar en la posición de parada frente a una ranura de bloqueo 52, a causa del procedimiento de regulación.

No obstante, si se debiese interrumpir el procedimiento de regulación en la etapa S10 por motivos operacionales y no se pudiese bloquear una posición de parada adoptada en la etapa S9, se pueden repetir la parte del procedimiento S-II y S-III para el posicionamiento y bloqueo del rotor 3 y se puede modificar temporalmente el paso de una o varias palas 3.1, 3.2, 3.3 hacia el viento, para aumentar de nuevo la velocidad de giro n y llegar finalmente a una posición de parada bloqueable. En el procedimiento es ventajosa la fiabilidad en el marco del bucle de regulación, de modo que éste se puede reproducir automáticamente sin poner en peligro al personal de asistencia técnica P.

En particular mediante el uso de la excitación se puede conseguir adicionalmente una deceleración por el freno de servicio mecánico 40 y/o del freno aerodinámico 60, de modo que la deceleración del rotor 3 se puede regular de forma claramente más exacta. Ya que el freno electromecánico 40 como freno de servicio sólo conoce básicamente dos estados, cerrado o abierto, mientras que una excitación se puede adaptar de forma continua o escalonada, por ejemplo, en una rampa o similares, se puede poner por ejemplo al 30% u otro valor adaptado de una excitación máxima. Por consiguiente un circuito de regulación con el dispositivo de regulación 30 y el sistema sensor 230 y sistema de freno 200 (freno mecánico 40 y/o freno electromagnético 70 y/o freno aerodinámico 60) posibilita un posicionamiento muy exacto del rotor 3 durante la parada en una posición de parada bloqueable y a continuación un bloqueo automático sin problemas del mismo en la posición de parada.

Lista de referencias:

1	Torre
2	Góndola
55 3	Rotor
3.1, 3.2, 3.2	Pala de rotor
4	Carenado
5	Cabeza de rotor
7	Generadores

ES 2 603 404 T3

7.1	Rotor del generador
7.2	Estator del generador
7P	Polos
7S	Devanado del estator
5 8	Apoyo de pala
9	Buje del rotor
12	Carcasa de la sala de máquinas
14	Medio de inmovilización
15	Carcasa del buje de rotor
10 16	Nervio de inmovilización
16N, 16S	Ranuras, superficie de fricción
17S, 17P	Brazo portante del estator, construcción portante
18	Estrella de estator
19	Pivote de eje
15 20	Sala de máquinas
21	Plataforma
22	Motores acimutales
23	Apoyo acimutal
24	Soporte de máquina
20 30	Sensor
30	Dispositivo de regulación
31, 31', 31''	Terminal
40, 40'	Freno de servicio, en particular freno de disco
41	Zapata de freno
25 42	Disco de freno
45	Freno aerodinámico
50	Dispositivo de inmovilización, Freno de servicio con bloqueo
51	Perno de bloqueo
30 51.1	Superficie exterior
52	Ranura de bloqueo
52.1, 52.2	Flancos de abertura
53	Unidad motora
60	Freno aerodinámico
35 61	Motor de paso
70	Freno eléctrico
100	Sistema de rotor 3, generador 7 y góndola 2
200	Sistema de freno
210	Módulo de freno
40 220	Módulo de calibración
230	Sistema sensor
240, 250, 260, 270	Interfaces
1000, 1000A, 1000B	Instalación de energía eólica
45 A	Eje
a	Deceleración
n	Velocidad de giro del rotor
P	Personal de asistencia técnica
P1, P2	Posición de parada
50 R	Dirección radial
r	Radio
S	Posición
Sv, Sn, Sa	Sensores para la medición de la velocidad del viento v, deceleración a, velocidad de giro del rotor n
55 S-I, S-II, S-III	Partes del procedimiento
U	Circunferencia
S1 – S10	Etapas del procedimiento 1 a 10

REIVINDICACIONES

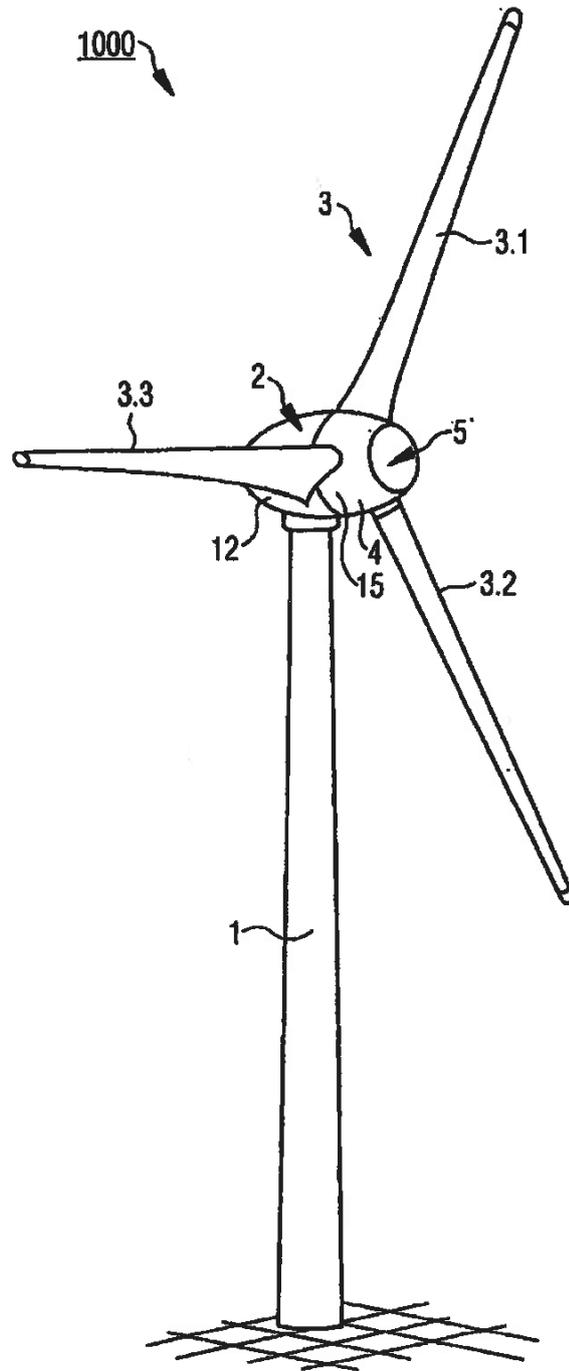
1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica (1000), en el que, en un caso de asistencia técnica o caso similar de una desconexión de la instalación de energía eólica condicionada por el funcionamiento, el rotor (3) se detiene e inmoviliza, que presenta las etapas;
- frenado del rotor (3),
 - posicionamiento del rotor (3) en una posición de parada,
 - inmovilización del rotor (3) en la posición de parada (P1, P2),
- 10 en el que además
- se predetermina (S2) una posición final
 - el rotor (3) se frena (S-I) de forma regulada a una posición de parada asociada a la posición final, y
 - en vista del posicionamiento (S-II) para la posición final predeterminada, el rotor se frena de forma automatizada hasta la parada en la posición de parada, en el que
- 15 - para la inmovilización (S-III) y/o bloqueo en la posición de parada se aproxima un dispositivo de inmovilización mecánico,
- caracterizado porque** la posición de parada se ajusta (S6) con el uso de un momento de retención del generador como retenedor para una inmovilización y/o un bloqueo, predeterminándose una posición final del rotor en tanto que se predetermina una posición angular del rotor y la posición angular se le asocia a una posición de retención del generador.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**
- durante la inmovilización se inmoviliza un rotor del generador (7.1) en un estator del generador (7.2), y/o
 - durante la inmovilización se inmoviliza una carcasa del buje de rotor (15) en una carcasa de la sala de máquinas (12), y/o
 - durante la inmovilización se inmoviliza un buje de rotor (9) y/o un apoyo para un rotor del generador (7.1),
 - realizándose la inmovilización en arrastre de forma mediante bloqueo, y/o
 - realizándose la inmovilización de forma accionada por fricción mediante un efecto de frenado mecánico.
- 30
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** para el frenado (S-I)
- se emplea (S6, S8) de forma regulada un efecto de frenado mecánico, y/o
 - se genera (S3) de forma regulada un efecto de frenado aerodinámico, y/o
 - se regula (S5) una excitación del generador con generación de un efecto de frenado, sobrepasando el efecto de frenado un deceleración provocada por la generación de corriente u otra carga.
- 35
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se mide (S4) al menos una velocidad de giro y/o una deceleración del rotor durante el frenado (S-I) y se usa para la regulación del frenado (S-II).
- 40
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** una escala de ajuste de ángulo continua de una posición final se asocia a la posición de parada a través de una escala de retención discreta del generador, predeterminándose la escala de retención discreta a través de una división angular en el generador, que está predeterminada por una distribución de ranuras de bloqueo y/o polos sobre un anillo del generador o anillo del estator y/o rotor.
- 45
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** durante el frenado se excitan los zapatas polares del rotor del generador con una excitación (S5), que se predetermina por una regulación de la excitación en función de una magnitud de regulación del freno por excitación, comprendiéndose la magnitud de regulación del freno por excitación una o varias magnitudes que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, deceleración, temperatura exterior, velocidad del viento.
- 50
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** durante el frenado para un efecto de frenado aerodinámico (S3) se modifica el paso de una pala del rotor fuera del viento, comprendiendo una magnitud de regulación del freno de aire una o varias magnitudes que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, deceleración, temperatura exterior, velocidad del viento.
- 55
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** durante el frenado se aproxima (S6, S8) un freno mecánico con una aproximación de freno, que se predetermina por una regulación del

freno por aproximación en función de una magnitud de regulación del freno por aproximación, comprendiendo la magnitud de regulación de la aproximación de freno una o varias magnitudes que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, posición, temperatura exterior, velocidad del viento.

- 5 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque**
 - la aproximación de freno predeterminada por una regulación del freno por aproximación se calibra (S7) mediante un frenado de calibración, y/o
 - la regulación del freno por aproximación está configurada como un sistema abierto para la optimización adaptativa de la aproximación de freno, mediante una multiplicidad de frenados de funcionamiento.
- 10 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** para la inmovilización y/o bloqueo (S-III) en la posición de parada se aproxima automáticamente el dispositivo de inmovilización mecánico, mediante cierre por fricción y/o arrastre de forma.
- 15 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** la posición de parada alcanzada según la posición final preajustada se le asocia a una posición de bloqueo predeterminada de forma fija a la instalación.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la posición de bloqueo está
 20 predeterminada por una recepción de perno de bloqueo, como un agujero de bloqueo, una ranura de bloqueo o similares.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** una distribución de
 25 posiciones de inmovilización y/o una distribución de posiciones de bloqueo está adaptada a una distribución de polos y/o distribución de ranuras de bloqueo, de manera que una posición de bloqueo de la distribución de posiciones de bloqueo concuerda con una posición de retención del rotor del generador condicionada por un momento de retención.
14. Dispositivo de regulación para una instalación de energía eólica, configurada para la realización de un
 30 procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Producto de programa informático con instrucciones implementables por ordenador, que tras la carga y ejecución en un sistema informático o dispositivo de regulación similar puede ejecutar las etapas de un
 35 procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 13.
16. Medio de almacenamiento digital, para la unión a un sistema informático o dispositivo de regulación
 40 similar, con instrucciones implementables por ordenador y legibles electrónicamente, que pueden cooperar con un sistema informático programable o dispositivo de regulación similar, de modo que se ejecuta un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13.
17. Instalación de energía eólica con una góndola, en la que un rotor accionable por el viento está
 acoplado en accionamiento con un generador a través de un buje de rotor, pudiéndose detener y bloquear el rotor, mediante frenado, posicionamiento y bloqueo
caracterizada por un dispositivo de regulación que está configurado para:
 45 - recibir una entrada de una posición final,
 - regular un frenado del rotor (3) a una posición de parada asociada a la posición final, y
 - durante el posicionamiento para la posición final predeterminada, frenar el rotor de forma automatizada hasta la parada en la posición de parada, ajustándose (S6) la posición de parada con el uso de un momento de retención del generador como retenedor para una inmovilización y/o un bloqueo, predeterminándose una posición final del rotor,
 50 en tanto que se predetermina un posición angular del rotor y se asocia la posición angular a una posición de retención del generador,
 - detectar la aproximación de un dispositivo de inmovilización mecánico para la inmovilización y/o bloqueo en la posición de parada.
- 55 18. Instalación de energía eólica según la reivindicación 17, **caracterizada porque** una distribución de posiciones de inmovilización y/o una distribución de posiciones de bloqueo está adaptada a una distribución de polos y/o distribución de ranuras de bloqueo, de manera que una posición de bloqueo de la distribución de posiciones de bloqueo concuerda con una ubicación de retención del rotor del generador condicionada por un momento de retención.

19. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 17 ó 18, **caracterizada por**
- un freno de servicio mecánico (40, 40'), y/o
 - un freno de pala aerodinámico (60), y/o
- 5 - un freno de generador electromagnético (70), y/o
- un dispositivo de inmovilización mecánico (50), aproximable mediante cierre por fricción y/o arrastre de forma, estando conectados uno o varios frenos (40, 40', 50, 60, 70) con un dispositivo de regulación (30) para la regulación del efecto de frenado.
- 10 20. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 17 a 19, **caracterizada porque** el freno de servicio mecánico (40) y el dispositivo de inmovilización mecánico (50) están integrados en un freno de disco, en el que
- un disco de freno está montado en una parte giratoria de la instalación de energía eólica y/o en una carcasa del buje de rotor (15) y/o un rotor del generador (7.1), y
- 15 - un medio de freno y/o una zapata de freno y/o un perno de bloqueo está colocado en una parte estacionaria de la instalación de energía eólica y/o en una carcasa de la sala de máquinas (12) y/o un estator del generador (7.2).
21. Instalación de energía eólica según la reivindicación 20, **caracterizada porque** una zapata de freno está configurada en la parte estacionaria de la instalación de energía eólica para la aproximación al disco de freno y
- 20 el disco de freno presenta un número de ranuras de bloqueo que están asociadas a un número de pernos de bloqueo engranables en las ranuras de bloqueo.
22. Instalación de energía eólica según una de las reivindicaciones 17 a 21, **caracterizada porque**
- un sistema sensor (230) está conectado con un dispositivo de regulación (30) para la regulación del efecto de frenado, presentando el sistema sensor (230) un encoder incremental (Sa, Sn) y/o un anemómetro (Sv) y/o el sistema sensor está configurado para la medición de magnitudes de regulación del frenado, que están seleccionadas del grupo de magnitudes que comprende: velocidad de giro, posición, temperatura exterior, velocidad del viento, y
- 25 - con el dispositivo de regulación (30) está conectado un terminal de entrada (31, 31', 31'') y/o un pulsador y/o un
- 30 monitor para la entrada de la posición final, y/o
- con el dispositivo de regulación está conectado o integrado un dispositivo de calibración adaptativo.

Fig.1



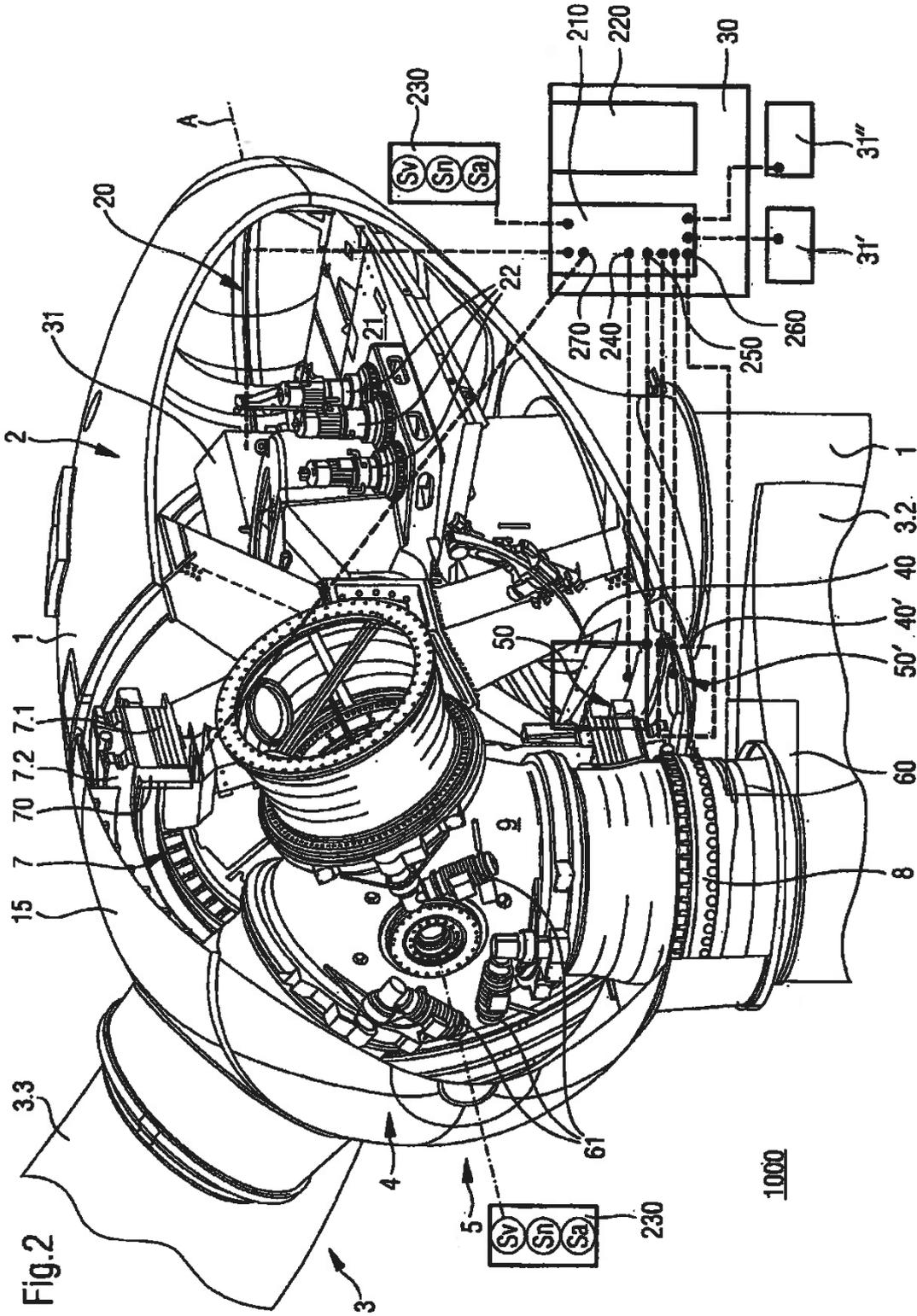
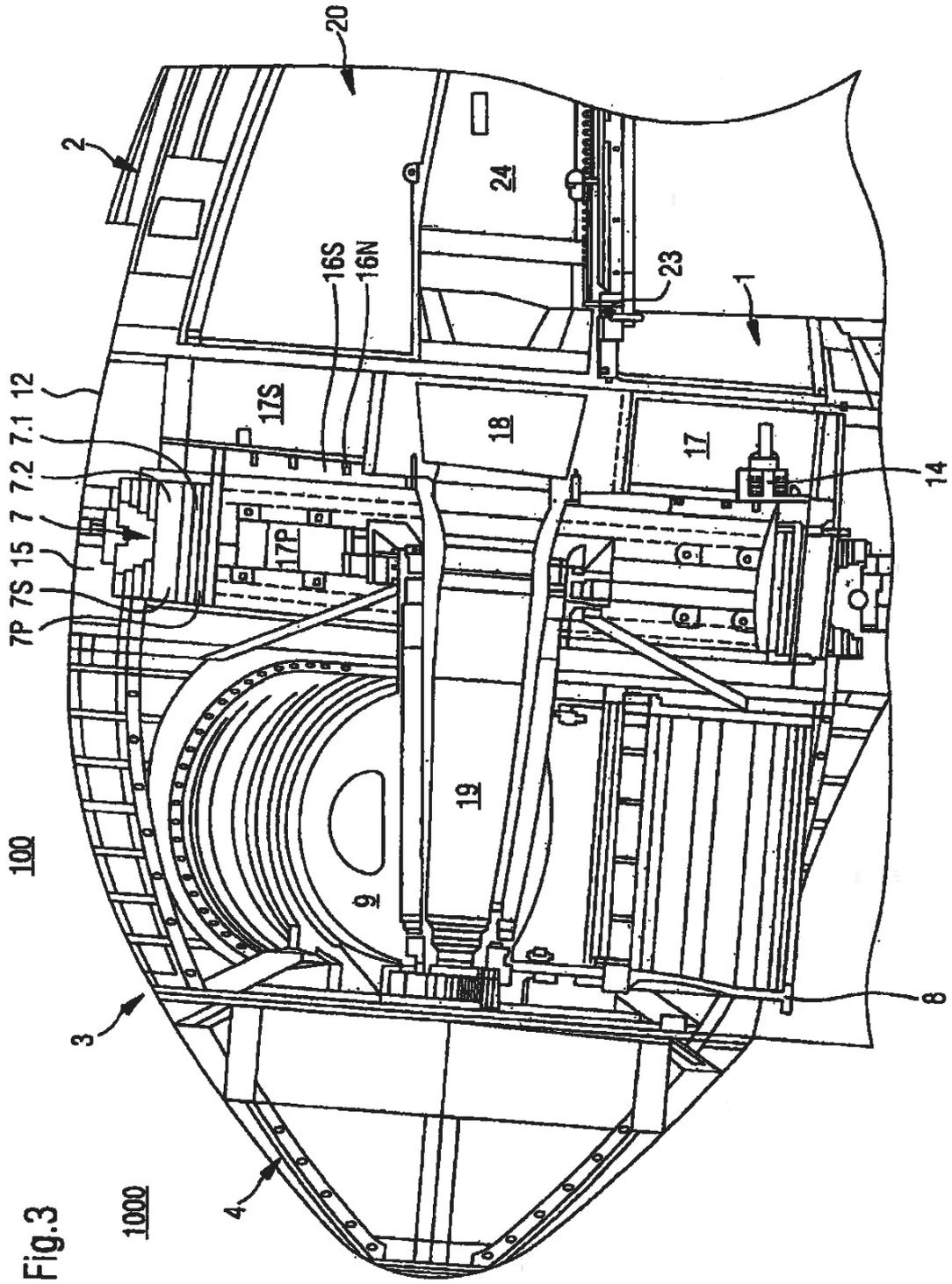


Fig. 2



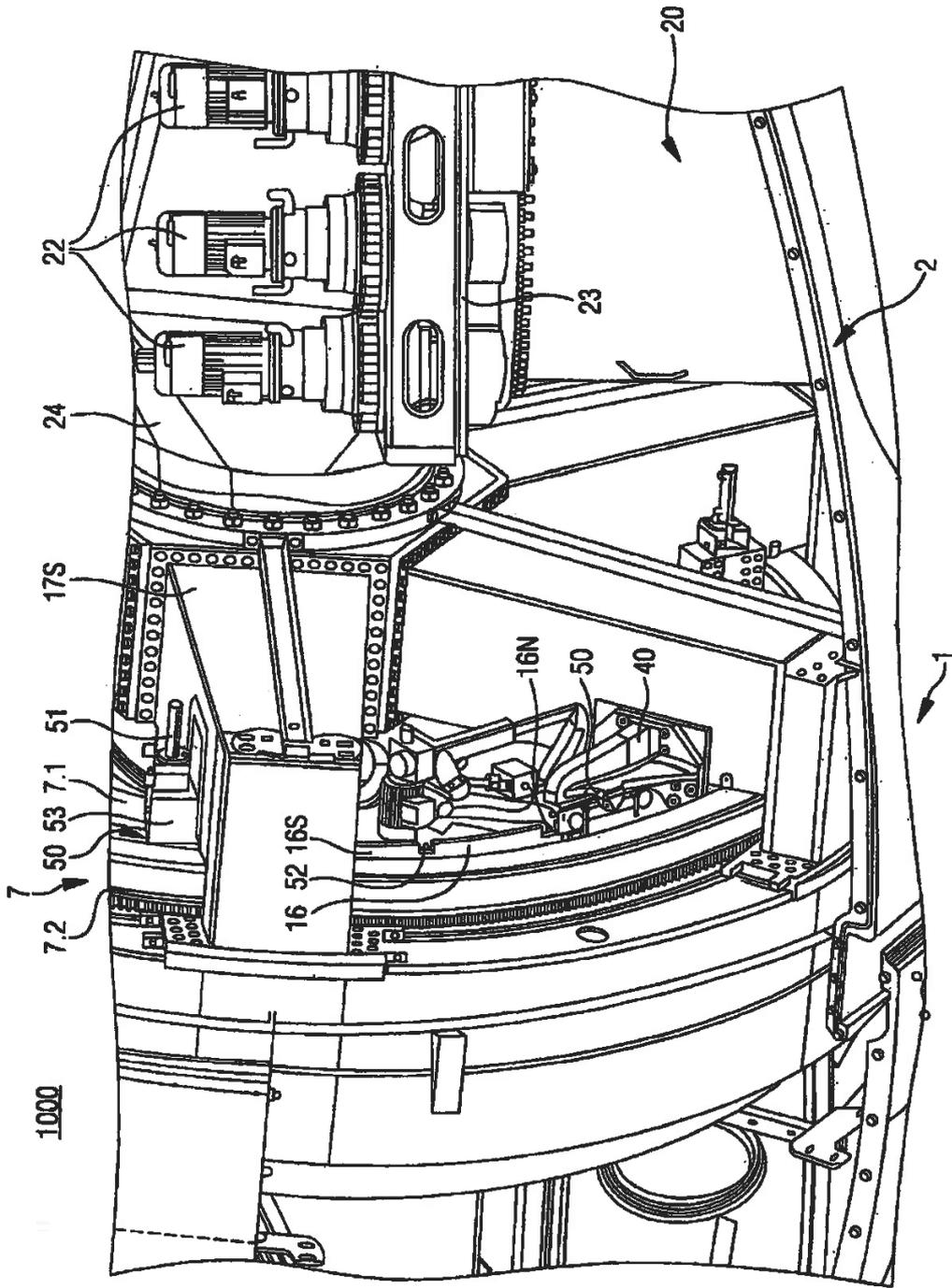
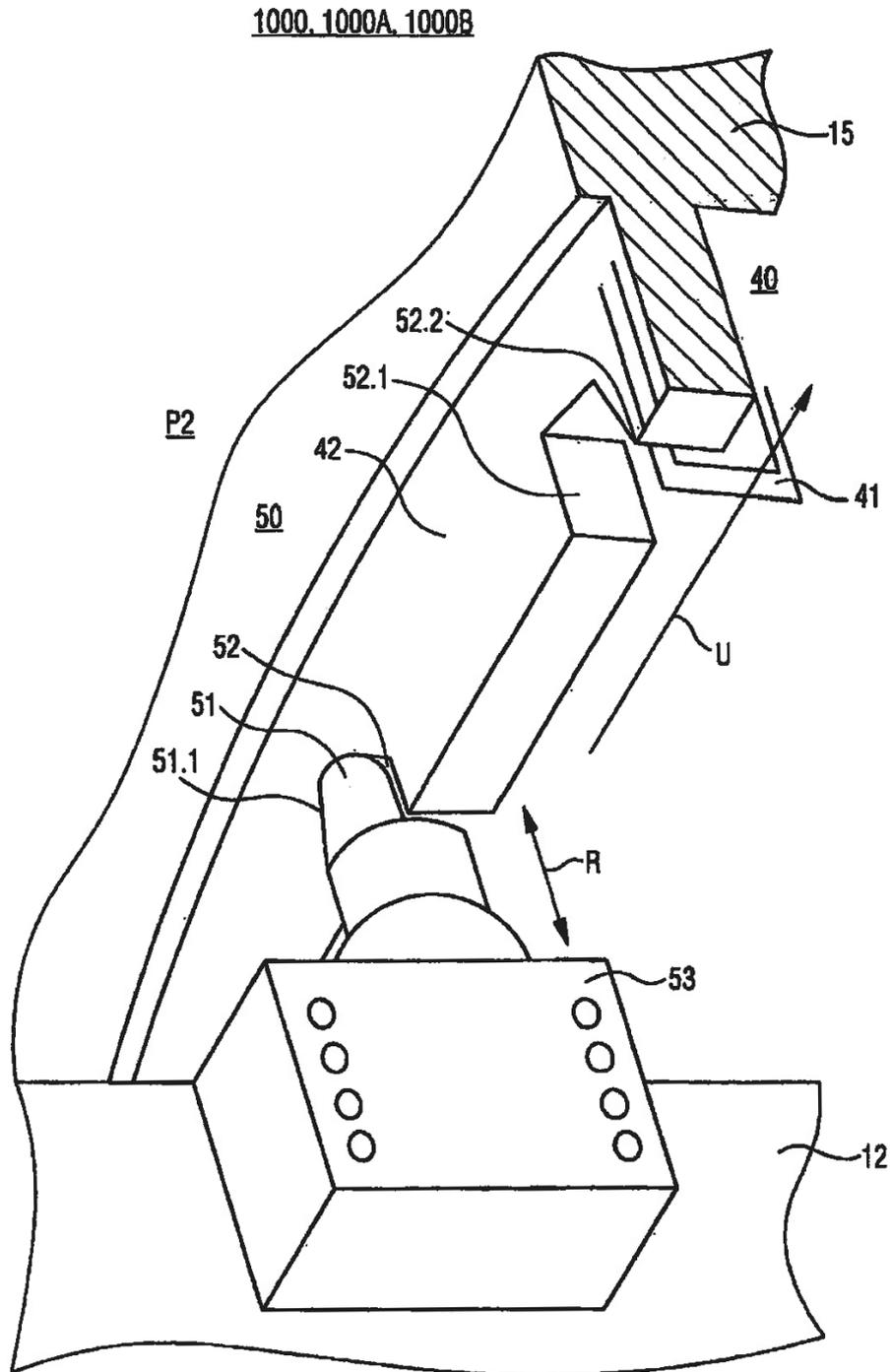


Fig.4

Fig.5



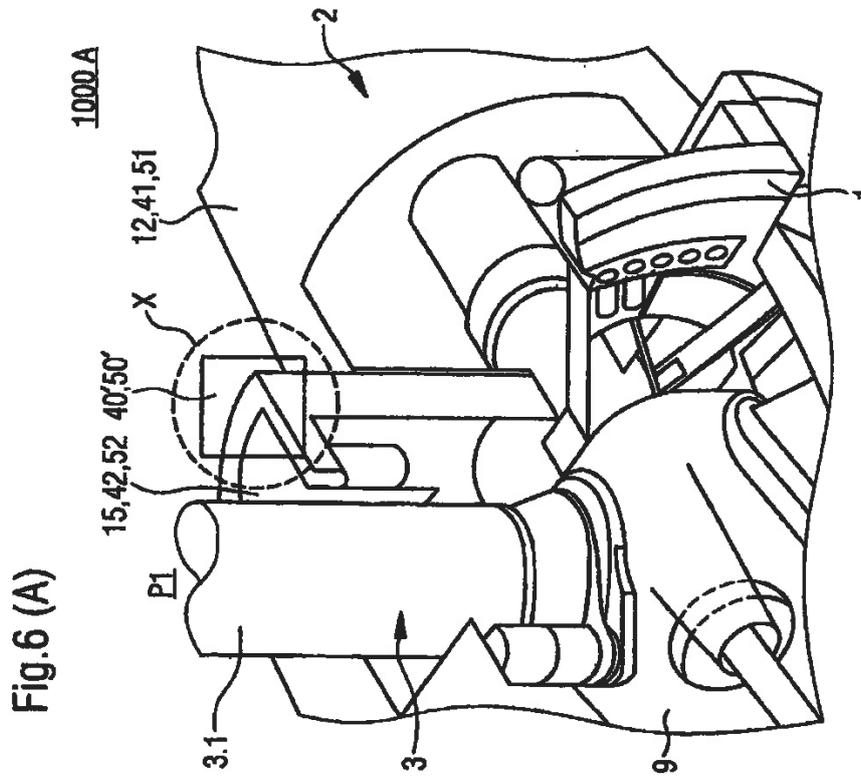
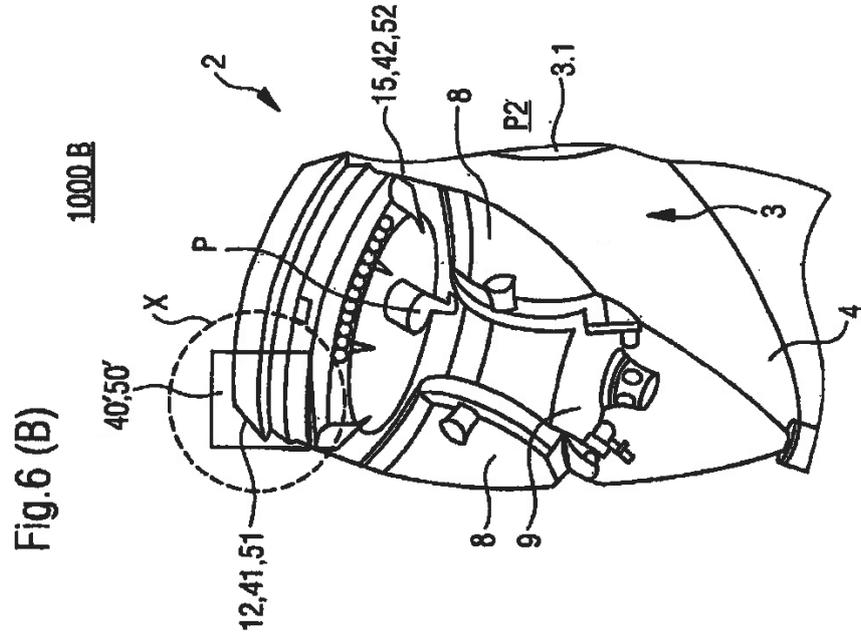


Fig.7

