

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 476**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**H02P 3/08** (2006.01)

**H02P 3/14** (2006.01)

**H02P 7/00** (2006.01)

**H02P 7/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2008 E 12192628 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 2559893**

54 Título: **Dispositivo de ajuste de pala de rotor para una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

**14.05.2007 DE 102007022511**

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

**26.11.2014**

73 Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS AG (100.0%)  
Überseering 10  
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**LETAS, HEINZ-HERMANN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 523 476 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**

Dispositivo de ajuste de pala de rotor para una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor con palas de rotor ajustables para accionar un generador, con un dispositivo de ajuste para las palas de rotor con un motor de ajuste que presenta al menos un devanado de excitación, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste.

10 Las instalaciones de energía eólica modernas presentan rotores con palas de rotor ajustables. Mediante el ajuste es posible modificar el ángulo de ataque de las palas de rotor con respecto a la corriente de aire. El ajuste de las palas de rotor sirve también para parar el rotor de la instalación de energía eólica. Para ello, las palas de rotor se desplazan a una llamada posición de bandera. Por razones de seguridad, las instalaciones de energía eólica deben estar concebidas de tal forma que el rotor se pueda parar rápidamente en caso de necesidad. Esto ocurre por una parte cuando el viento se vuelve demasiado fuerte, pero por otra parte también en caso de un fallo de partes de la instalación de energía eólica. El ajuste de las palas de rotor a la posición de bandera segura se realiza durante el régimen regular mediante el accionamiento de ajuste de palas y su regulación. Pero para un régimen de emergencia seguro ya no se puede partir de que la regulación aún esté disponible en su envergadura total. El dispositivo de ajuste de palas debe estar realizado de tal forma que incluso en el régimen de emergencia no regulado, las palas de rotor puedan ser desplazadas de forma rápida y segura a la posición de bandera.

20 Se ha mostrado que en el régimen de emergencia no regulado, bajo determinadas condiciones, la pala de rotor se ajusta a causa de fuerzas aerodinámicas más rápidamente de lo que corresponde a la velocidad del motor de ajuste. El motor de ajuste es accionado entonces por la pala de rotor y actúa como generador. Se invierte el flujo de corriente por el inducido. Esta llamada corriente de retroalimentación fluye por el devanado de excitación en serie, por lo que aumenta la magnetización. Aumenta la tensión inducida, lo que pueden conducir a otro aumento de la corriente. Como resultado, se produce una realimentación positiva que puede conducir a inestabilidades peligrosas. En especial, cambia la carga que actúa sobre la cabeza de torre de la instalación de energía eólica, por lo que se pueden producir oscilaciones en la torre.

30 Para evitar la aparición de este tipo de inestabilidades también en el régimen de empuje, se conoce el modo de puentear, en motores de ajuste realizados como motores de excitación mixta, el devanado de excitación en serie mediante un diodo en el régimen de empuje. La corriente generada por el motor de ajuste en el régimen de empuje se cortocircuita por el diodo, de modo que ya no fluye corriente por el devanado de excitación en serie disminuyendo correspondientemente la magnetización. De esta manera, se reduce el par de arrastre del motor (documento EP-A-1744444). Sin embargo, se ha mostrado que en determinados tipos de construcción, especialmente de motores de excitación mixta, el cortocircuito del devanado de excitación en serie conduce a un curso desfavorable de la línea característica de par de giro y número de revoluciones, siendo en concreto demasiado plano el ascenso del par de giro sobre el número de giro. Existe el peligro de números de revoluciones excesivos con un daño del dispositivo de ajuste.

40 La invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo de ajuste mejorado para las palas de rotor de una instalación de energía eólica, que evite de manera sencilla las desventajas mencionadas anteriormente.

45 La solución según la invención consiste en las características de las reivindicaciones independientes. Algunas variantes ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 En una instalación de energía eólica que comprende un rotor con palas de rotor ajustables para accionar un generador, con un dispositivo de ajuste para las palas de rotor con un motor de ajuste que presenta al menos un devanado de excitación, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste, está previsto según la invención que el dispositivo de debilitamiento de par de giro comprende un divisor de corriente que conmuta una corriente por el devanado de excitación de tal forma que el devanado de excitación es atravesado totalmente por la corriente en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje.

55 La invención ha encontrado que mediante una alimentación parcial de corriente al devanado de excitación mediante el divisor de corriente, la magnetización producida por el devanado de excitación se puede ajustar de manera sencilla de tal forma que se pueda conseguir por una parte la estabilidad deseada por la reducción de la magnetización en el régimen de generador del motor de ajuste, pero por otra parte se siga manteniendo la magnetización de tal forma que aún se desarrolle un par de frenado suficientemente grande. En comparación con la forma de realización conocida por el estado de la técnica con el puenteo del devanado de excitación resulta por tanto el curso más empinado deseado de la línea característica de par de giro y de número de revoluciones. La

invención confiere al motor de ajuste una línea característica propia para el régimen de empuje. Permite añadir a la línea característica inalterada del motor de ajuste para el régimen de motor con el menor gasto una segunda línea característica seleccionable para el régimen de empuje.

5 Como se describe en detalle a continuación, el divisor de corriente puede estar realizado totalmente a partir de componentes pasivos. Por lo tanto, el divisor de corriente según la invención combina de manera asombrosamente sencilla ventajas en el sentido de una estabilidad mejorada, un par de frenado suficientemente grande con la máxima seguridad contra fallos, y por tanto, la aptitud para el régimen de emergencia. Se contrarresta el peligro de daños del accionamiento. Además, se contrarresta el peligro de oscilaciones de la torre o de la cabeza de torre, por  
10 lo que se reduce el riesgo de sobrecargas de la estructura mecánica. La seguridad funcional y la seguridad contra fallos de la instalación se pueden incrementar con un reducido gasto gracias a la invención.

A continuación, se explican algunos términos empleados:

15 Por par de arrastre se entiende el par de giro recibido por el motor que recibe como freno de efecto generador.

Por régimen de empuje se entiende un régimen en el que no es necesario ningún control externo y que, dado el caso, se alimenta desde un suministro de energía (de corriente continua) propio, autónomo. Preferentemente, puede estar previsto un "control de disyuntor" realizado con componentes robustos.

20 Convenientemente, el divisor de corriente comprende un elemento de conmutación que en el régimen de empuje conmuta de forma pasiva. Por pasivo se entiende que no se requiere ninguna señal de conmutación suministrada por un control o una regulación externos. Para el régimen de emergencia esto ofrece la enorme ventaja de que el elemento de conmutación trabaja de forma autónoma. De esta manera, un fallo del control de funcionamiento de la  
25 instalación de energía eólica o de otras piezas de control no influye en el funcionamiento del divisor de corriente según la invención.

Según la invención pueden estar previstas especialmente dos maneras de las que se pueda conseguir la división de la corriente que fluye por el devanado de excitación produciendo una magnetización. Una primera manera  
30 consiste en que el divisor de corriente comprende una rama paralela hacia el devanado de excitación con una resistencia y con un elemento de conmutación que conmuta en el régimen de empuje. Por lo tanto, en el régimen de empuje, el devanado de excitación y la resistencia están conectados en paralelo, de tal forma que la corriente se divide entre el devanado de excitación y la resistencia. En el régimen normal de motor en cambio cierra el elemento de conmutación, de modo que no se produce ninguna ramificación de la corriente. Por la conexión en  
35 paralelo, en el régimen de empuje se reduce el flujo de corriente por el devanado de excitación según la proporción de los valores de conducción del devanado de excitación y la resistencia. Mediante la elección del valor de resistencia (que es el valor inverso del valor de conducción) se puede determinar qué parte de la corriente debe fluir por el devanado de excitación y de esta manera ajustar el ascenso de la línea característica de par de giro y número de revoluciones. Por ejemplo, si la resistencia se elige de tal forma que su valor de conducción es igual al  
40 del devanado de excitación, la corriente fluye a mitad por la resistencia y a mitad por el devanado de excitación. Por lo tanto, está reducida a la mitad que fluye por el devanado de excitación, por lo que se reducen de manera correspondiente la magnetización y por tanto el par de frenado del motor de ajuste. Por lo tanto, con el divisor de corriente se puede tomar un camino intermedio entre el flujo de la corriente total por el devanado de excitación que puede conducir a una realimentación positiva no deseada, y un cortocircuito del devanado de excitación que  
45 conduce a una disminución indeseablemente fuerte del par de frenado.

Preferentemente, el divisor de corriente se compone del devanado de excitación en serie y de una resistencia en paralelo fija. Convenientemente, el divisor de corriente puede realizarse con varias etapas con al menos dos resistencias conectadas en serie o en paralelo y conectadas al elemento de conmutación de forma seleccionable.  
50 De esta manera, mediante la elección correspondiente de los valores de las al menos dos resistencias en paralelo se puede realizar un escalonamiento del par de frenado deseado, por ejemplo, en el caso de una conexión en paralelo de dos resistencias escalonadas de forma binaria, una reducción del par de frenado en 75%, 50% o 25%, según qué resistencia en paralelo esté conectada al elemento de conmutación. Las resistencias en paralelo pueden estar conectadas individualmente al elemento de conmutación o en combinación. Esto último ofrece la ventaja de  
55 que son posibles más escalonamientos de lo que corresponde al número de resistencias en paralelo. Por ejemplo, con dos resistencias en paralelo pueden estar realizados tres escalonamientos diferentes, mientras que con tres resistencias en paralelo pueden estar realizados incluso siete escalonamientos diferentes. Por seleccionable se entiende que la selección de las resistencias en paralelo puede realizarse de forma dinámica durante el funcionamiento o de forma casi estática mediante una conexión correspondiente del elemento de conmutación o de  
60 las resistencias en paralelo correspondientes en el bloque de bornes. Generalmente, es suficiente esto último, ya que la influencia en la línea característica de par de giro y número de revoluciones por las resistencias en paralelo

está determinada por la configuración de la instalación de energía eólica, especialmente por las palas de rotor y el motor de ajuste empleado, es decir, por parámetros inalterables durante el funcionamiento.

5 La realización del divisor de corriente mediante una o varias resistencias en paralelo ofrece especialmente la ventaja de que se pueden reequipar con un reducido gasto motores existentes. Sin embargo, a esta facilidad se opone la desventaja de que en la resistencia puede producirse calor disipado que ha de evacuarse. Esto se puede realizar de forma activa mediante refrigeración, lo que sin embargo produce un gasto adicional, o bien, de forma pasiva mediante secciones de ventilación suficientemente grandes, lo que a su vez limita las posibilidades de uso de la forma de realización. Dado que el régimen de empuje se produce sólo brevemente durante el régimen de emergencia, las resistencias no tienen que concebirse para el funcionamiento permanente, sino solamente para un consumo de energía breve. Esta desventaja la evita la segunda forma de realización de la invención.

15 Según la segunda forma de realización de la invención, para el divisor de corriente está previsto que el devanado de excitación está dividido en al menos dos devanados parciales, puenteando el elemento de conmutación uno o varios, pero no todos los devanados parciales en el régimen de empuje. De esta manera, se consigue que en el régimen de empuje al menos un devanado parcial ya no se alimente de corriente y por tanto no contribuya a la magnetización, mientras que por el otro devanado parcial o por los devanados parciales restantes sigue fluyen corriente. Dado que la magnetización total originada depende del número de devanados alimentados de corriente, se produce una reducción de la magnetización conforme a la proporción del devanado parcial desactivado con respecto al devanado parcial que se mantiene activo. De esta forma, se pueden elegir de forma adecuada el ascenso de la línea característica de par de giro y número de revoluciones y por tanto el par de frenado en el régimen de empuje. Esta forma de realización ofrece la ventaja de que sólo es necesaria una división del devanado de excitación existente de por sí. No se requieren componentes adicionales, excepto al menos un borne adicional.

25 Convenientemente, el devanado de excitación puede estar dividido en más de dos devanados parciales conectados al elemento de conmutación de forma seleccionable. Por ejemplo, si lo permite el número de espiras, el devanado de excitación puede estar dividido en secciones del 25% respectivamente, de modo que mediante una conexión correspondiente al elemento de conmutación se puede seleccionar una reducción del par de frenado en 25%, 50% o 75%. No se necesita prácticamente hardware adicional para ello, ya que solamente han de preverse tomas intermedias correspondientes en el devanado de excitación y conectarse a un borne de conexión.

35 En ambas formas de realización, aquella con resistencia en paralelo y aquella con devanado de excitación dividido, mediante un selector se puede seleccionar el grado de división de corriente que ha de realizarse. Dicho selector puede estar ajustado fijamente o modificarse durante el funcionamiento por la gestión de funcionamiento de la instalación de energía eólica, si resulta ventajoso para el funcionamiento de la instalación de energía eólica. El selector ofrece la ventaja de que durante el funcionamiento se puede determinar si se ha de realizar una división de corriente mayor o menor con respecto al devanado de excitación, y por tanto, si la línea característica de par de giro y número de revoluciones debe presentar un ascenso menor o mayor. El selector no tiene que ser obligatoriamente una unidad separada, sino que de manera conveniente también puede estar realizado de forma combinada con el elemento de conmutación. De esta forma, resulta una realización especialmente compacta y fácil de controlar.

45 La invención se refiere además a un dispositivo de ajuste para las palas de rotor de una instalación de energía eólica con un motor de ajuste que presenta al menos un devanado de excitación, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste, presentando el dispositivo de debilitamiento de par de giro según la invención un divisor de corriente que conmuta la corriente que fluye por el devanado de excitación de tal forma que el devanado de excitación es atravesado totalmente por la corriente en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje. Para más detalles se remite a la descripción anterior.

50 A continuación, la invención se describe haciendo referencia al dibujo adjunto en el que están representados ejemplos de realización ventajosos de la invención. Muestran:

55 La figura 1, una representación esquemática de una instalación de energía eólica con un dispositivo de ajuste; la figura 2, un esquema equivalente, un motor de ajuste con un dispositivo de debilitamiento de par de giro según una primera forma de realización; la figura 3, una variante de la forma de realización representada en la figura 2; la figura 4, una segunda forma de realización para el dispositivo de debilitamiento de par de giro y el motor de ajuste según la invención; 60 la figura 5, una variante para la segunda forma de realización representada en la figura 4; y la figura 6, líneas características de pala de rotor y número de revoluciones.

La invención se describe mediante el ejemplo de una instalación de energía eólica con una sala de máquinas 11 que está dispuesta de forma giratoria en el sentido acimutal sobre una torre 11 y en cuyo lado frontal está dispuesto un rotor eólico 12 con varias (en el ejemplo representado, dos) palas de rotor 13 ajustables en cuanto a su ángulo de ataque, para accionar un generador 14 dentro de la sala de máquinas. El generador 14 emite la energía eléctrica generada por el a través de una conexión no representada.

Para el ajuste del ángulo de ataque  $\theta$  de las palas de rotor 13 está previsto un dispositivo de ajuste 3. Está representado un dispositivo de ajuste 3 para todas las palas, pero también pueden existir para cada pala dispositivos de ajuste 3 individuales, al menos en parte independientes. Comprende un motor de ajuste 4 y un módulo de control de palas 5. El módulo de control de palas 5 acciona el motor de ajuste 4 de una manera para ajustar un valor teórico, aplicado como señal de entrada, para el ángulo de pala  $\theta$  en las palas de rotor 13. El valor teórico es proporcionado por una unidad de gestión de funcionamiento 15 de la instalación de energía eólica.

El dispositivo de ajuste de palas se puede hacer funcionar de dos maneras. La primera fase de funcionamiento es un régimen normal en el que la instalación de energía eólica se hace funcionar para generar potencia eléctrica. El régimen normal es controlado por la unidad de gestión de funcionamiento 15. El otro régimen es un régimen de emergencia en el que en determinadas circunstancias la instalación de energía eólica se pone en un estado de funcionamiento seguro. Para alcanzar el estado de funcionamiento seguro se para el rotor 12 y las palas de rotor 13 se ponen en una posición de bandera. Posición de bandera significa que las palas de rotor 13 adoptan un ángulo de ataque de  $\theta = 90$  grados, aproximadamente. Para poder realizar el régimen de emergencia incluso cuando a causa de una avería no existe ya ninguna conexión a una red eléctrica, la instalación de energía eólica presenta un depósito de energía de reserva 6 propio que alimenta el dispositivo de ajuste 3 de energía eléctrica incluso en caso de un fallo de la red. Para alcanzar la posición de bandera segura incluso en caso de un fallo de la unidad de gestión de funcionamiento 15 o del módulo de control de palas 5, el dispositivo de ajuste 3 está realizado de tal forma que puede desplazar las palas de rotor 13 de forma autónoma a la posición de bandera segura. Para ello, el motor de ajuste 4 está conectado de tal forma que durante el régimen no regulado, las palas 3 se desplazan a la posición de bandera (llamado desplazamiento por acumulador sin regulación).

El motor de ajuste 4 está realizado como motor de excitación mixta. Comprende un inducido 40, un devanado de excitación (denominado devanado de excitación en serie 41 en lo sucesivo) así como un devanado en derivación 42. El inducido está conectado respectivamente a una pala de rotor 13 mecánicamente a través de un engranaje de ajuste (no representado), de tal forma que el ángulo de ataque  $\theta$  se modifica al accionarse el motor de ajuste 4.

En el régimen de empuje, la batería 6 alimenta corriente que por una parte fluye a través del campo de derivación 42 y por otra parte a través de una rama formada por el inducido 40, el devanado de excitación en serie 41 y un rectificador 7 interconectado. La corriente que fluye por dicha rama se denomina corriente de inducido. Por lo tanto, la estructura corresponde a un dispositivo de ajuste convencional sin dispositivo de debilitamiento de par de giro.

En la forma de realización representada en la figura 2 está previsto un dispositivo de debilitamiento de par de giro 8. Comprende una resistencia en paralelo 81 y un diodo 82 como elemento de conmutación. El diodo está polarizado de tal forma que durante el régimen de rotor regular con corriente positiva de inducido se cierra el diodo 82 como elemento de conmutación, de modo que no fluye corriente por dicha rama. Sin embargo, cuando el motor de ajuste 4 entra en el régimen de empuje a causa de las cargas aerodinámicas que atacan en la pala de rotor 13 que ha de ser ajustada, se invierte el sentido de flujo de corriente. En este caso, el diodo 82 se vuelve conductivo como elemento de conmutación, de modo que la corriente de inducido IA ya no fluye en su totalidad por el devanado de excitación en serie 41, sino que se divide entre este y la resistencia en paralelo 81. Si la resistencia en paralelo 81 presenta un valor que corresponde a aquél del devanado de excitación en serie 41, las corrientes de distribuyen uniformemente entre la resistencia en paralelo 81 y el devanado de excitación en serie 41, es decir que ya sólo fluye la mitad de corriente por el devanado de excitación en serie. Por lo tanto, se reducen correspondientemente la magnetización y por tanto el par de arrastre del motor de ajuste 4. La línea característica de par de giro y número de revoluciones resultante y la corriente de inducido IA correspondiente están representadas en la figura 6B. Se puede apreciar un curso claramente más plano en comparación con un motor de ajuste convencional sin divisor de corriente, en el que incluso durante el régimen de empuje toda la corriente fluye por el devanado de excitación en serie 41 (véase la figura 5A).

Opcionalmente, pueden estar previstas dos o más resistencias en paralelo (véase la representación con líneas discontinuas en la figura 2). A través de un selector 88 se puede seleccionar qué resistencia en paralelo o qué combinación de resistencias en paralelo están conectadas en la rama paralela. Los valores de las resistencias en paralelo son diferentes y se pueden seleccionar convenientemente de tal forma que según la posición del selector

88 fluya por la rama paralela una parte de corriente de 25% (conmutación a la resistencia en paralelo más grande) de 50% (conmutación a la resistencia en paralelo más pequeña) o de 75% (conmutación a ambas resistencias en paralelo) y por tanto se modifican correspondientemente el par de frenado y la línea característica de par de giro y número de revoluciones.

5 En la figura 3 está representada una variante de la forma de realización según la figura 2. Los elementos idénticos llevan los mismos signos de referencia. Se diferencian sustancialmente en que la resistencia en paralelo 81 del divisor de corriente 8 está dispuesta paralelamente con respecto a un diodo 71 del rectificador 7. Funciona por tanto como elemento de conmutación para el divisor de corriente, de modo que no se requiere un diodo 82 separado.

10 Una segunda forma de realización de la invención se describe haciendo referencia a las referencias 4 y 5. La estructura básica con una batería 6, un motor de ajuste 4 con inducido 40, devanado de excitación en serie 41 y devanado en derivación 42 corresponde a la primera forma de realización descrita anteriormente. Aquí sin embargo, está realizado de manera distinta el divisor de corriente 8'. No está prevista ninguna resistencia en paralelo, sino que en su lugar, el devanado de excitación en serie está dividido en dos devanados parciales 47 y 48, estando prevista una toma central 81' en el punto de unión entre los dos devanados parciales 47, 48. A dicha toma central está conectado el ánodo de un diodo 82' como elemento de conmutación, cuyo cátodo está conectado al inducido 40. Durante el régimen de rotor normal fluye corriente por el devanado de inducido 40 y por el rectificador 7 al devanado de excitación en serie 41. Durante ello cierra el diodo 82' que funciona como elemento de conmutación. La corriente de inducido IA total fluye por el devanado de excitación en serie 41, no se produce ninguna división de corriente. En el régimen de empuje en cambio se invierte el sentido de flujo de corriente de la manera descrita anteriormente. Ahora, el diodo 82' que funciona como elemento de conmutación se vuelve conductivo y puentea el devanado parcial 48. Por lo tanto, la corriente de inducido ya sólo fluye en parte por el devanado de excitación en serie, a saber, ya tan sólo por el devanado parcial 47 de este. De esta manera, la magnetización del devanado de excitación en serie 41 se reduce de forma correspondiente a la relación del número de espiras de los devanados parciales 47, 48. En el ejemplo seleccionado son iguales los números de espiras, de modo que en el régimen de empuje, conmutando el diodo 82', el devanado de excitación 41 ya sólo es alimentado de corriente de tal forma que queda desactivada la mitad del devanado y se reduce correspondientemente la magnetización. Se reduce correspondientemente el par de arrastre del motor de ajuste. Resulta a su vez una línea característica tal como está representada en la figura 5B.

35 Comparando las líneas características en la figura 6 se puede ver que la línea característica que se puede ajustar con el divisor de corriente según la invención tiene un curso claramente más plano que sin, pero claramente más empinado que con un cortocircuito del devanado de excitación en serie 41 (véase la figura 5C). En la figura 5 está representada una variante de la segunda forma de realización según la figura 4. Se diferencia de esta sustancialmente en que un diodo del rectificador, a saber, el diodo 74 ya no está conectado por su ánodo a un punto terminal del devanado de excitación en serie 41, sino a la toma central 81'. Por lo tanto, dicho diodo 74 funciona como elemento de conmutación para el divisor de corriente, de modo que no es necesario prever un diodo separado como elemento de conmutación. Para el modo de funcionamiento es válida la descripción relativa a la forma de realización según la figura 4.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Instalación de energía eólica que comprende un rotor (12) con palas de rotor (13) ajustables para accionar un generador (14), con un dispositivo de ajuste (3) para las palas de rotor (13) con un motor de ajuste (4) que presenta al menos un devanado de excitación (41), presentando el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo de debilitamiento de par de giro presenta un divisor de corriente (8') realizado como devanado de excitación (41) que presenta al menos dos devanados parciales (47, 48), que conmuta una corriente por el devanado de excitación (41) de tal forma que el devanado de excitación (41) es atravesado totalmente por la corriente (IA) en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje, y en el régimen de empuje un elemento de conmutación (82') interrumpe la corriente (IA) por al menos uno, pero no por todos los devanados parciales (47).
- 10
- 15 2.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** están previstos una pluralidad de devanados parciales (47, 48) que están conectados al elemento de conmutación (82') de forma seleccionable.
- 20 3.- Instalación de energía eólica que comprende un rotor (12) con palas de rotor (13) ajustables para accionar un generador (14), con un dispositivo de ajuste (3) para las palas de rotor (13) con un motor de ajuste (4) que presenta al menos un devanado de excitación (41), presentando el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo de debilitamiento de par de giro presenta un divisor de corriente (8) de varias etapas que comprende una rama paralela hacia el devanado de excitación (41) con un elemento de conmutación (82) que conmuta en el régimen de empuje y varias resistencias en paralelo (81) de diferentes valores, que están conectados al elemento de conmutación (82) de forma seleccionable, y que conmuta una corriente por el devanado de excitación (41) de tal forma que el devanado de excitación (41) es atravesado totalmente por la corriente (IA) en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje.
- 25
- 30 4.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 o 3, **caracterizada porque** el elemento de conmutación (82, 82') está realizado de tal forma que conmuta de forma pasiva en el régimen de empuje.
- 35 5.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 2 o 3, **caracterizada porque** está previsto un selector (88) para seleccionar las resistencias (81) o los devanados parciales.
- 40 6.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el selector (88) y el elemento de conmutación (82) están realizados de forma combinada.
- 45 7.-Dispositivo de ajuste para las palas de rotor (13) de una instalación de energía eólica con un motor de ajuste (4) que presenta al menos un devanado de excitación (41), presentando el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo de debilitamiento de par de giro presenta un divisor de corriente (8, 8') realizado como devanado de excitación (41) que presenta al menos dos devanados parciales (47, 48), que conmuta una corriente por el devanado de excitación (41) de tal forma que el devanado de excitación (41) es atravesado totalmente por la corriente (IA) en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje, y en el régimen de empuje un elemento de conmutación (82') interrumpe la corriente (IA) por al menos uno, pero no por todos los devanados parciales (47).
- 50 8.-Dispositivo de ajuste para las palas de rotor (13) de una instalación de energía eólica con un motor de ajuste (4) que presenta al menos un devanado de excitación (41), presentando el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo de debilitamiento de par de giro que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo de debilitamiento de par de giro presenta un divisor de corriente (8) de varias etapas que comprende una rama paralela hacia el devanado de excitación (41) con un elemento de conmutación (82) que conmuta en el régimen de empuje y varias resistencias en paralelo (81) de diferentes valores, que están conectados al elemento de conmutación (82) de forma seleccionable, y que conmuta una corriente por el devanado de excitación (41) de tal forma que el devanado de excitación (41) es atravesado totalmente por la corriente (IA) en el régimen de motor y sólo parcialmente en el régimen de empuje.
- 55 9.- Dispositivo de ajuste según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el divisor de corriente (8, 8') está realizado según una de las reivindicaciones 2 a 8.

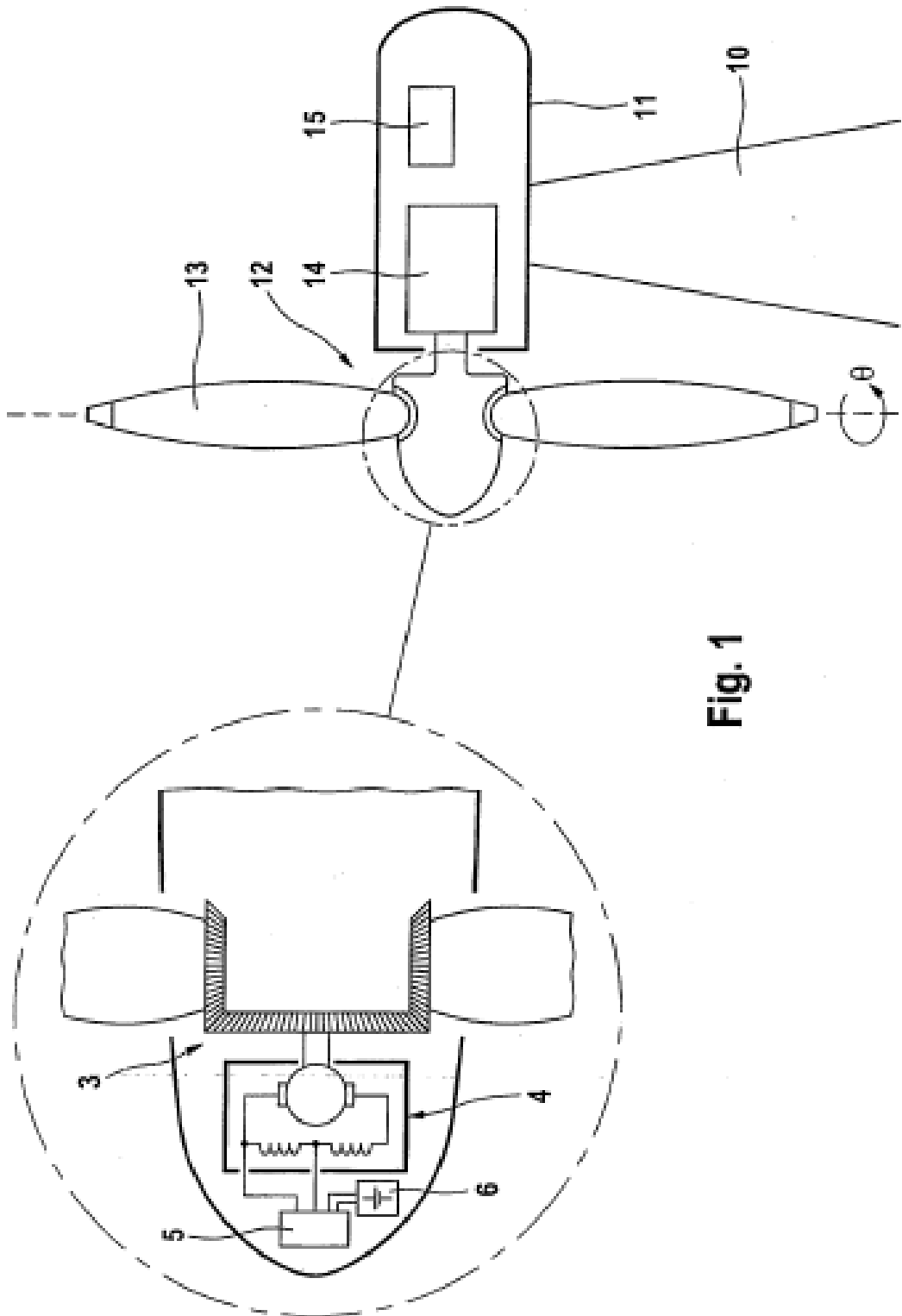


Fig. 1



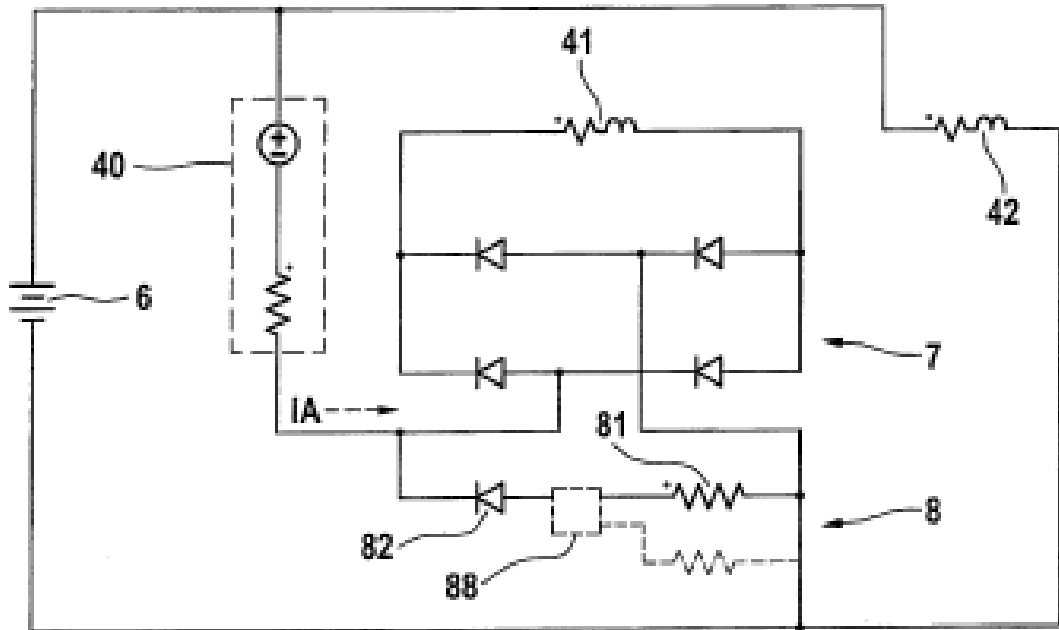


Fig. 2

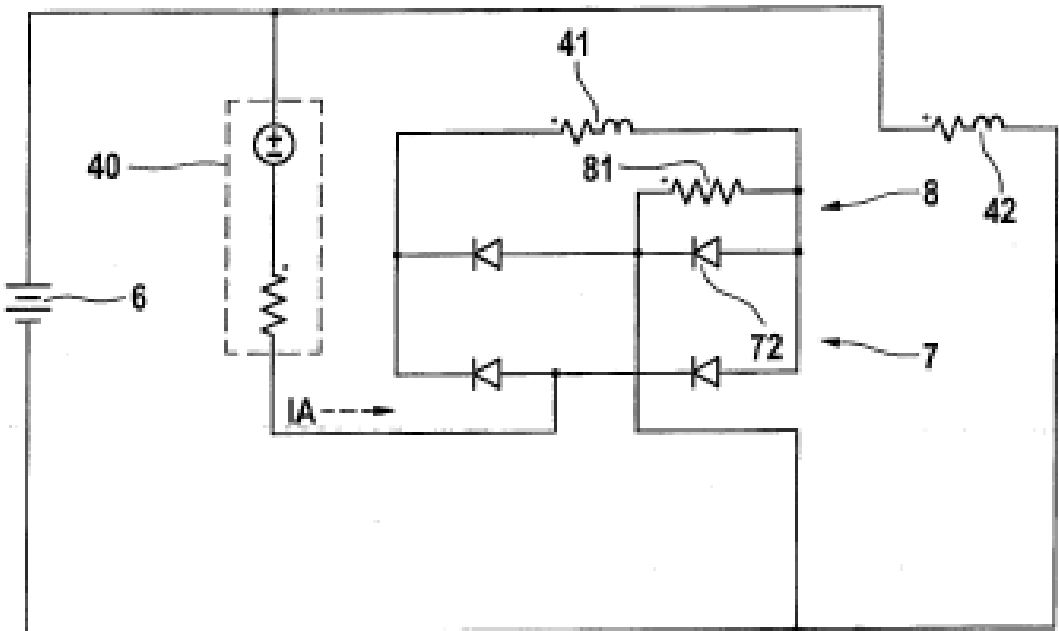


Fig. 3

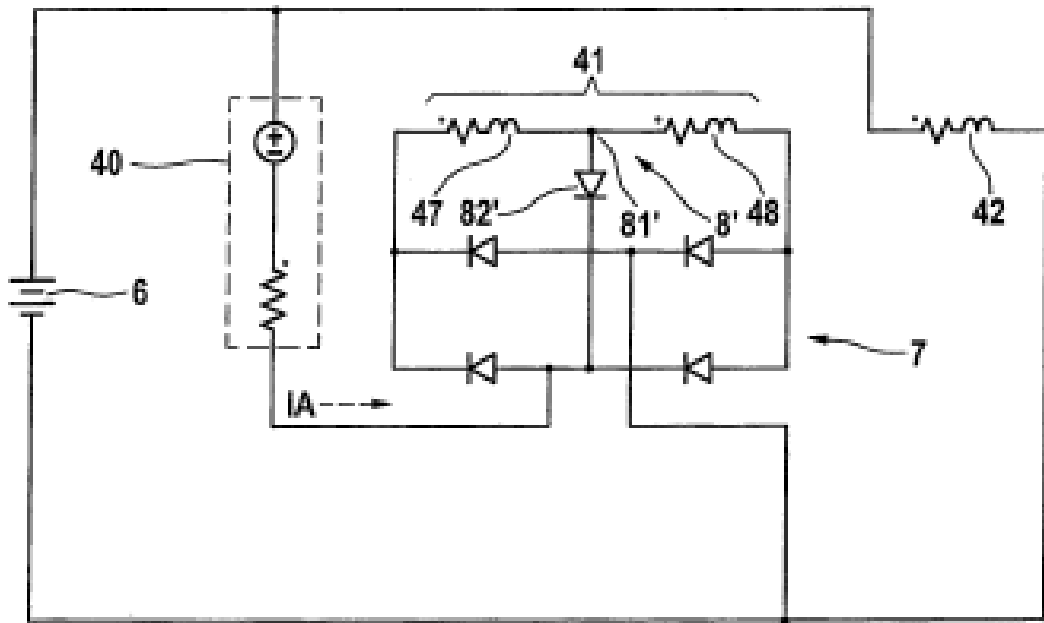


Fig. 4

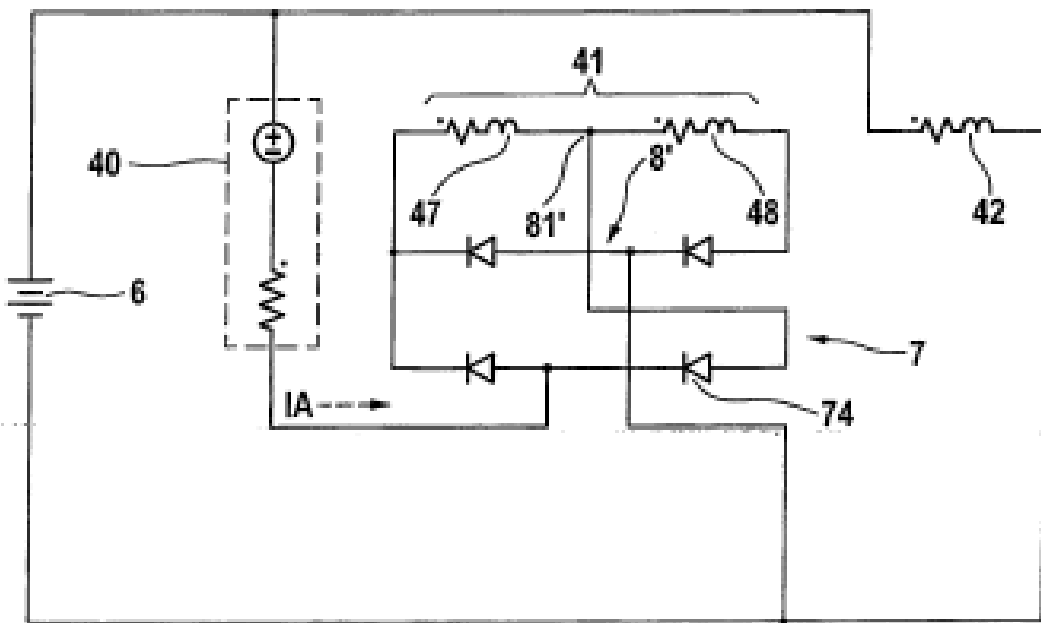


Fig. 5

