

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 650**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2008 E 08758513 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2162619**

54 Título: **Dispositivo de ajuste de palas 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:

**04.03.2014**

73 Titular/es:

**REPOWER SYSTEMS AG (100.0%)  
Überseering 10 (Oval Office)  
22297 HAMBURG, DE**

72 Inventor/es:

**LETAS, HEINZ-HERMANN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 445 650 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 palas 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 el accionamiento de un generador, con un dispositivo de ajuste para las palas de rotor con un motor de ajuste que presenta al menos un devanado excitador, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo atenuador del par 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 se puede modificar el ángulo de inclinación de los 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 tienen que estar preparadas de tal forma que, en caso de necesidad, el rotor pueda detenerse rápidamente. Esto se realiza, por una parte, cuando el viento se vuelve excesivamente fuerte, pero por otra parte también en caso de fallar 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 de regulación mediante un accionamiento de ajuste de palas y su regulación. Sin embargo, para un régimen de emergencia seguro ya no se puede partir de que la regulación aún esté disponible en su totalidad. El dispositivo de ajuste de palas debe estar realizado de tal forma que, incluso durante el régimen de emergencia no regulado, las palas de rotor puedan desplazarse de forma rápida y segura a la posición de bandera.

20 Se ha demostrado que en el régimen de emergencia no regulado, bajo determinadas condiciones, la pala de rotor que ha de ser ajustada se ajusta más rápidamente a causa de fuerzas aerodinámicas de lo que corresponde a la velocidad del motor de ajuste. Entonces, el motor de ajuste es accionado 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 en serie, por lo que aumenta la magnetización. Crece la tensión inducida, lo que puede conducir a otro incremento de la corriente. Como resultado, se produce una realimentación positiva no deseada que puede provocar inestabilidades peligrosas. Especialmente, cambia la carga que actúa también 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 inestabilices también durante el régimen de desaceleración, se conoce el modo de puentear el devanado en serie en motores de ajuste realizados como motores en compound, mediante un diodo en el régimen de desaceleración. La corriente generada por el motor de ajuste en el régimen de desaceleración es cortocircuitada por el diodo, de modo que correspondientemente ya no fluye corriente por el devanado en serie disminuyendo correspondientemente la magnetización. Esto hace que disminuya el par de arrastre del motor (documento EP-A-1744444). Sin embargo, se ha demostrado que en determinados tipos de construcción, especialmente de motores en compound, la puesta en cortocircuito del devanado en serie provoca un desarrollo desfavorable de la línea característica par /número de revoluciones, siendo demasiado plano el aumento del par a lo largo del número de revoluciones. Existe el peligro de números de revoluciones excesivos que dañen el 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 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, un dispositivo de ajuste para las palas de rotor con un motor de ajuste que presenta al menos un devanado excitador, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo atenuador del par que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste, según la invención está previsto que el dispositivo atenuador del par comprende un divisor de corriente que conmuta una corriente que fluye por el devanado excitador, de tal manera que el devanado excitador es atravesado totalmente por la corriente en el régimen a motor y sólo parcialmente en el régimen de desaceleración.

55 La invención ha encontrado que mediante una alimentación eléctrica parcial del devanado excitador por medio del divisor de corriente, la magnetización causada por el devanado excitador se puede ajustar de manera sencilla de tal forma que por una parte se pueda conseguir la estabilidad deseada por la disminución de la magnetización en el régimen generador del motor de ajuste, pero que por otra parte se mantenga la magnetización en tal medida que aún se produzca un par de frenado suficientemente grande. En comparación con la forma de realización con el puenteado del devanado excitador, conocida por el estado de la técnica, resulta por tanto el desarrollo más empinado, deseado, de la línea característica par/número de revoluciones. La invención confiere al motor de ajuste

una línea característica propia para el régimen de desaceleración. Permite añadir con el menor gasto a la línea característica del motor de ajuste para el régimen a motor una segunda línea característica seleccionable para el régimen de desaceleración.

5 Como se describe en detalle a continuación, el divisor de corriente puede estar realizado completamente a partir de componentes pasivos. De esta manera, el divisor de corriente según la invención combina de manera sorprendentemente sencilla las ventajas en cuanto a la estabilidad mejorada, un par de frenado suficientemente grande, con la máxima seguridad contra los 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 lo que se reduce el riesgo de sobrecargas de la estructura mecánica. Gracias a la invención, es posible incrementar considerablemente la seguridad de operación y contra fallos de la instalación.

A continuación, se describen algunos términos empleados:

15 Por par de arrastre se entiende el par absorbido por el motor, que absorbe como freno de efecto generador.

Por régimen de emergencia se entiende un régimen en el que no se precisa ningún control externo y que, dado el caso, se alimenta desde una alimentación de energía (de corriente continua) propia, independiente. Preferentemente, puede estar previsto un "control de contactores" realizado con componentes robustos.

20 Convenientemente, el divisor de corriente comprende un elemento conmutador que durante el régimen de desaceleración conmuta de forma pasiva. Por pasivo se entiende que no se precisa ninguna señal de conmutación suministrada por un control externo o por una regulación externa. Para el régimen de emergencia, esto ofrece la ventaja considerable de que el elemento conmutador trabaja de forma independiente. Por lo tanto, un fallo del control de operación de la 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 dos maneras para conseguir la división de la corriente que fluye por el devanado excitador causando una magnetización. Una primera manera consiste en que el divisor de corriente comprende una rama paralela hacia el devanado excitador con una resistencia y con un elemento conmutador que conmuta en el régimen de desaceleración. Por lo tanto, en el régimen de desaceleración, el devanado excitador y la resistencia están conectados en paralelo, de tal forma que la corriente se divide entre el devanado excitador y la resistencia. En el régimen normal a motor, en cambio, el elemento conmutador bloquea, de forma que no se produce ninguna ramificación de la corriente. Por la conexión en paralelo, en el régimen de desaceleración, el flujo de corriente por el devanado excitador se reduce según la relación de las conductancias del devanado excitador y de la resistencia. La selección del valor de resistencia (que es el valor inverso de la conductancia) permite determinar qué parte de la corriente ha de fluir por el devanado excitador y, por tanto, ajustar el ascenso de la línea característica de par/número de revoluciones. Por ejemplo, si la resistencia se ha elegido de tal forma que su conductancia sea igual a la del devanado excitador, la corriente fluye a mitad por la resistencia, fluyendo la otra mitad por el devanado excitador. Por tanto, la corriente que fluye por el devanado excitador queda reducida a la mitad, por lo que se reducen correspondientemente la magnetización y por tanto el par de frenado del motor de ajuste. Por lo tanto, con el divisor de corriente se puede tomar una vía intermedia entre el pleno flujo de corriente por el devanado excitador que puede provocar una realimentación positiva no deseada y un cortocircuito del devanado excitador que provoca una bajada indeseablemente fuerte del par de frenado.

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

La realización del divisor de corriente mediante una o varias resistencias en paralelo ofrece especialmente la ventaja de que se puede implantar con un reducido gasto también en motores ya existentes. Sin embargo, a esta sencillez se opone la desventaja de que en la resistencia puede originarse calor disipado que ha de ser evacuado.

5 Esto se puede realizar de forma activa mediante refrigeración, lo que sin embargo causa un gasto adicional, o bien, de forma pasiva mediante secciones transversales de ventilación suficientemente grandes, lo que a su vez limita las posibilidades de uso de la forma de realización. Dado que el régimen de desaceleración se produce sólo brevemente durante el régimen de emergencia, las resistencias no tienen que concebirse para un régimen permanente, sino sólo para una breve recepción de energía. Esta desventaja se evita con la segunda forma de realización de la invención.

10 Según la segunda forma de realización de la invención, para el divisor de corriente está previsto que el devanado excitador esté dividido en al menos dos devanados parciales, puenteados el elemento conmutador uno o varios, pero no todos los devanados parciales en el régimen de desaceleración. De esta manera, se consigue que en el régimen de desaceleración al menos un devanado parcial ya no reciba corriente y por tanto no contribuya a la magnetización, mientras que el otro devanado parcial o los devanados parciales restantes siguen siendo atravesados por la corriente. Dado que la magnetización originada en total depende del número de devanados alimentados de corriente, resulta una reducción de la magnetización conforme a la relación entre el devanado parcial desactivo y el devanado parcial que sigue activo. De esta manera, se puede seleccionar de forma adecuada el ascenso de la línea característica de par/número de revoluciones y, por tanto, el par de frenado en el régimen de desaceleración. Esta forma de realización ofrece la ventaja de que es necesaria sólo una división del devanado excitador existente de por sí. No se requieren componentes adicionales, aparte de al menos un borne adicional.

25 Convenientemente, el devanado excitador puede estar dividido en dos devanados parciales conectados de forma seleccionable al elemento conmutador. Por ejemplo, si lo permite el número de espiras existentes, el devanado excitador puede estar dividido en secciones del 25%, respectivamente, de modo que mediante una conexión correspondiente con el elemento conmutador se puede seleccionar una reducción del par de frenado en el 25%, el 50% o el 75%. Para ello, prácticamente no se requiere hardware adicional, porque tan sólo es preciso prever tomas intermedias en el devanado excitador y ponerlas en un borne de conexión.

30 En las dos formas de realización, aquella con resistencia en paralelo y aquella con devanado excitador dividido, mediante un conmutador selector se puede elegir qué grado de división de corriente se ha de realizar. Dicho conmutador selector puede estar ajustado fijamente, o bien, variarse durante la operación por la dirección de operación de la instalación de energía eólica, siempre que sea ventajoso para la operación de la instalación de energía eólica. El conmutador selector ofrece la ventaja de que durante la operación se puede determinar si se ha de realizar una división de corriente más grande o más pequeña con respecto al devanado excitador, y si por consiguiente, la línea característica de par/número de revoluciones debe presentar un ascenso menor o mayor. El conmutador selector no tiene que ser obligatoriamente una unidad separada, sino que convenientemente también puede estar realizada de forma combinada con el elemento conmutador. De esta manera, resulta una forma de realización especialmente compacta y fácil de controlar.

35 Además, la invención se refiere 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 excitador, presentando el dispositivo de ajuste un dispositivo atenuador del par que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste, presentando según la invención el dispositivo atenuador del par un divisor de corriente que conmuta una corriente que fluye por el devanado excitador de tal forma que, en el régimen a motor, el devanado excitador sea atravesado completamente por la corriente y sólo parcialmente en el régimen de desaceleración. Para la descripción más detallada se remite a la descripción anterior.

50 A continuación, la invención se describe haciendo referencia al dibujo adjunto en el que se representan ejemplos de realización ventajosas 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 diagrama de sustitución de un motor de ajuste con un dispositivo atenuador del par 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 atenuador del par y el motor de ajuste según la invención; la figura 5, una variante para la segunda forma de realización representada en la figura 4; y la figura 6, líneas características de par/número de revoluciones.

La invención se describe al ejemplo de una instalación de energía eólica con una sala de máquinas 11 dispuesta

sobre una torre 10 de forma giratoria en el sentido acimutal, en uno de cuyos lados frontales está dispuesto un rotor eólico 12 con varias (en el ejemplo representado, dos) palas de rotor 13 ajustables en cuanto a su ángulo de inclinación, para accionar un generador 14 en la sala de máquinas. La energía eléctrica generada por el mismo es emitida por el generador 14 a través de una conexión no representada.

5 Para el ajuste del ángulo de inclinación  $\theta$  de las palas de rotor 13 está previsto un dispositivo de ajuste 3. Está representado un dispositivo de ajuste 3 para todas las palas, aunque 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 para ajustar en las palas de rotor 13 un valor teórico para el ángulo de palas  $\theta$ , creado como señal de entrada. El valor teórico es proporcionado por una unidad de dirección de operación 15 de la instalación de energía eólica.

15 El dispositivo de ajuste de palas se puede hacer funcionar de dos maneras. La primera fase de operación es un régimen normal en el que la instalación de energía eólica se opera para generar potencia eléctrica. El régimen normal es controlado por la unidad de dirección de operación 15. El otro régimen es un régimen de emergencia en el que bajo determinadas condiciones la instalación de energía eólica se pone en un estado de operación seguro. Para la consecución del estado de operación seguro forma parte que se para el rotor 12 y que 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 inclinación de  $\theta = 90$  grados, aproximadamente. Para poder realizar el régimen de emergencia incluso si a causa de una avería ya no existe ninguna conexión a una red eléctrica, la instalación de energía eólica presenta un acumulador de energía de reserva 6 propio que suministra energía eléctrica al dispositivo de ajuste 3 incluso en caso de un fallo de la red. Para garantizar la consecución de la posición de bandera segura incluso en caso de un fallo de la unidad de dirección de operación 15 o del módulo de control de palas 5, el dispositivo de ajuste 3 está realizado de tal manera que es capaz de desplazar las palas de rotor 13 de forma independiente a la posición de bandera segura. Para ello, el motor de ajuste 4 está conectado de tal manera que durante la operación no regulada, las palas 3 se desplacen a la posición de bandera (la llamada marcha por acumulador no regulada).

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

35 En el régimen de emergencia, la batería 6 alimenta corriente que por una parte fluye a través del campo en derivación 42 y, por otra parte, a través de una rama formada por el inducido 40, el devanado 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 atenuador del par.

40 En la forma de realización representada en la figura 2 está previsto un dispositivo atenuador del par 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 regular a motor con corriente de inducido positiva, el diodo 82 bloquee como elemento conmutador, de modo que no fluya corriente por dicha rama. Sin embargo, cuando el motor de ajuste 4 entra en el régimen de desaceleración a causa de cargas aerodinámicas que ataquen 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 conmutador, de modo que la corriente de inducido IA ya no fluye en su totalidad por el devanado en serie 41, sino que se divide entre éste y la resistencia en paralelo 81. Si la resistencia en paralelo 81 presenta un valor que corresponda a aquel del devanado en serie 41, las corrientes se distribuyen homogéneamente entre la resistencia en paralelo 81 y el devanado en serie 41, es decir que ya sólo fluye la mitad de la corriente por el devanado en serie. Por lo tanto, disminuyen correspondientemente la magnetización y, por tanto, el par de arrastre del motor de ajuste 4. La línea característica de par/número de revoluciones resultante y la corriente de inducido IA correspondiente están representadas en la figura 6B. Se aprecia un desarrollo claramente más plano en comparación con un motor de ajuste convencional sin divisor de corriente en el que, incluso en el régimen de desaceleración, fluye la totalidad de la corriente por el devanado en serie 41 (véase la figura 5A).

55 Opcionalmente, pueden estar previstas dos o más resistencias en paralelo (véase la representación con líneas discontinuas en la figura 2). A través de un conmutador selector 88 se puede elegir qué resistencia en paralelo o que combinación de resistencias en paralelo están conectadas en la rama paralela. Los valores de las resistencias en paralelo son diferentes y convenientemente se pueden elegir de tal forma que según la posición del conmutador selector 88, por la rama paralela fluya una parte de corriente del 25% (conexión a la resistencia en paralelo más grande, del 50% (conexión a la resistencia en paralelo más pequeña) o del 75% (conexión a ambas resistencias en paralelo) y, por tanto, se pueden variar correspondientemente el par de frenado y la línea característica del par/número de revoluciones.

En la figura 3 está representada una variante de la forma de realización según la figura 2. Los elementos idénticos están provistos de los mismos signos de referencia. Se diferencian sustancialmente porque la resistencia en paralelo 81 del divisor de corriente 8 está dispuesta en paralelo con respecto a un diodo 71 del rectificador 7. Por lo tanto, funciona como elemento conmutador para el divisor de corriente, de modo que no es necesario un diodo 82 separado.

Una segunda forma de realización de la invención se describe haciendo referencia a las figuras 4 y 5. La estructura básica con una batería 6, un motor de ajuste 4 con inducido 40, con devanado en serie 41 y con devanado en derivación 42 corresponde a la primera forma de realización descrita anteriormente. Sin embargo, aquí el divisor de corriente 8' está realizado de manera distinta. No está prevista la resistencia en paralelo, sino que en su lugar, el devanado 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 conmutador, cuyo cátodo está conectado al inducido 40. En el régimen a motor normal, la corriente que fluye por el devanado de inducido 40 y, a través del rectificador 7, al devanado en serie 41. Durante ello, bloquea el diodo 82' que funciona como elemento conmutador. La totalidad de la corriente de inducido IA fluye por el devanado en serie 41, y no se produce ninguna división de la corriente. En el régimen de desaceleración, en cambio, se invierte el sentido de flujo de corriente, como se ha descrito anteriormente. Ahora, el diodo 82' que funciona como elemento conmutador se vuelve conductivo y puentea el devanado parcial 48. Por lo tanto, la corriente de inducido ya sólo fluye en parte por el devanado en serie, a saber, ya sólo por su devanado parcial 47. De esta manera, la magnetización del devanado en serie 41 disminuye en la proporción del número de devanados parciales 47, 48. En el ejemplo elegido, los números de devanados son iguales, de modo que en el régimen de desaceleración, estando conectado el diodo 82', el devanado excitador 41 ya sólo es alimentado de corriente de tal forma que está desactivada la mitad del devanado quedando disminuida de manera correspondiente la magnetización. El par de arrastre del motor de ajuste se reduce correspondientemente. Resulta a su vez una línea característica tal como está representada en la figura 5B.

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 desarrollo mucho más plano que sin, pero claramente más empinado que con un cortocircuito del devanado 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 unido por su ánodo a un punto final del devanado en serie 41, sino a la toma central 81'. Por tanto, este diodo 74 funciona como elemento conmutador para el divisor de corriente, de modo que no es preciso prever ningún diodo separado como elemento conmutador. En cuanto al modo de funcionamiento es aplicable 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 el accionamiento de 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 excitador (41) así como un inducido (40), presentando el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo atenuador del par que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo atenuador del par presenta un divisor de corriente (8) con una relación de división fija que conmuta la corriente de inducido (IA) que fluye por el devanado excitador (41), de tal manera que el devanado excitador (41) es atravesado totalmente por la corriente de inducido (IA) en el régimen motor y sólo parcialmente en el régimen de desaceleración, desarrollando la magnetización del devanado excitador (41) aún un par de frenado suficientemente grande en el régimen de desaceleración.
- 10
- 15 2.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, **caracterizada porque** está previsto un elemento conmutador (82, 82') que en el régimen de desaceleración conmuta de forma pasiva.
- 20 3.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el divisor de corriente (8) comprende una rama paralela hacia el devanado excitador (41) con una resistencia (81) y con un elemento conmutador (82) que conmuta en el régimen de desaceleración, estando determinada la relación de división por las conductancias de la resistencia (81) y del devanado excitador (41).
- 25 4.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 3, **caracterizada porque** el divisor de corriente (8) está realizado con múltiples etapas con varias resistencias en paralelo (81) de diferentes valores, que están conectadas de forma seleccionable al elemento conmutador (82).
- 30 5.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el divisor de corriente (8') está realizado como devanado excitador (41) que presenta dos devanados parciales (47, 48), y en el régimen de desaceleración, el elemento conmutador (82') interrumpe la corriente de inducido (IA) por al menos uno, pero no por todos los devanados parciales (47), estando determinada la relación de división por los números de devanados de los devanados parciales (47, 48).
- 35 6.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 5, **caracterizada porque** está prevista una pluralidad de devanados parciales (47, 48) conectados de forma seleccionable al elemento conmutador (82').
- 7.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 4 ó 6, **caracterizada porque** está previsto un conmutador selector (88) para seleccionar las resistencias (81) o los devanados parciales.
- 40 8.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 7, **caracterizada porque** el conmutador selector (88) y el elemento conmutador (82) están realizados de forma combinada.
- 45 9.- 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 excitador (41) así como un inducido (40), comprendiendo el dispositivo de ajuste (3) un dispositivo atenuador del par que reduce automáticamente un par de arrastre del motor de ajuste (4), **caracterizada porque** el dispositivo atenuador del par presenta un divisor de corriente (8, 8') con una relación de división fija que conmuta la corriente de inducido (IA) que fluye por el devanado excitador (41) de tal manera que el devanado excitador (41) es atravesado totalmente por la corriente de inducido (IA) en el régimen a motor y sólo parcialmente en el régimen de desaceleración, desarrollando la magnetización del devanado excitador (41) aún un par de frenado suficientemente grande en el régimen de desaceleración.
- 50 10.- Instalación de energía eólica según la reivindicación 8, **caracterizada porque** el divisor de corriente (8, 8') está realizado según una de las reivindicaciones 2 a 8.

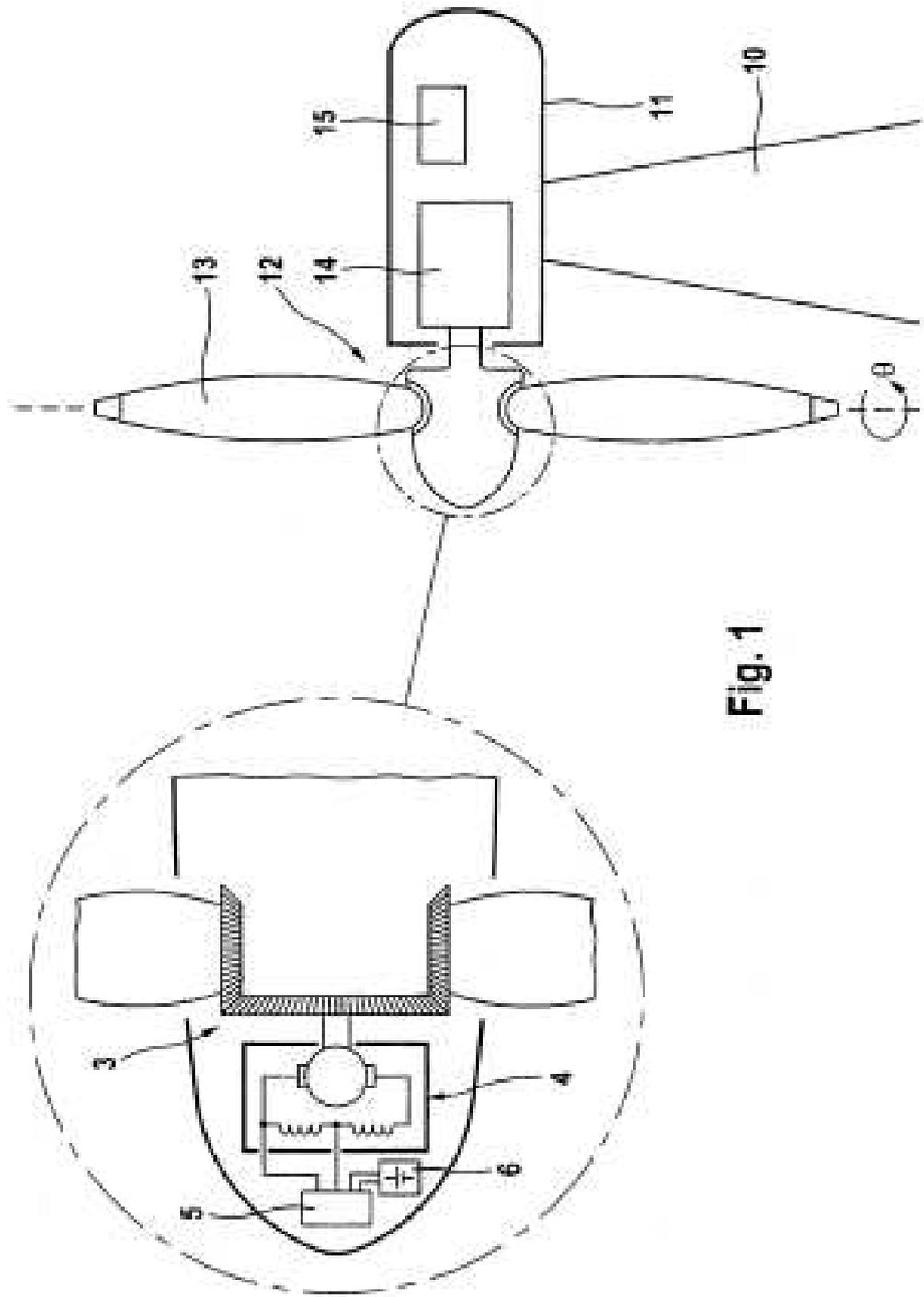


Fig. 1

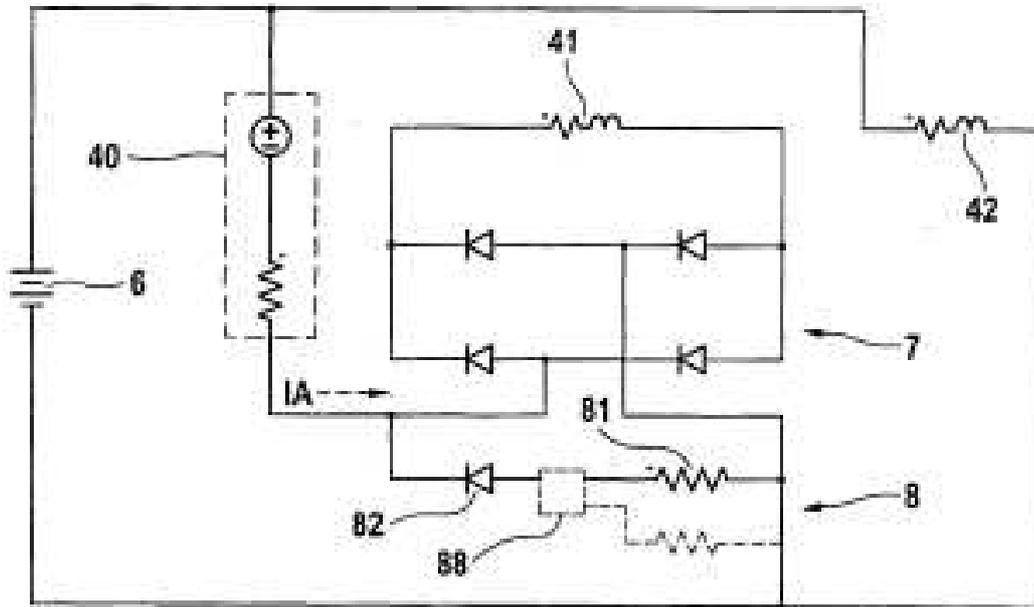


Fig. 2

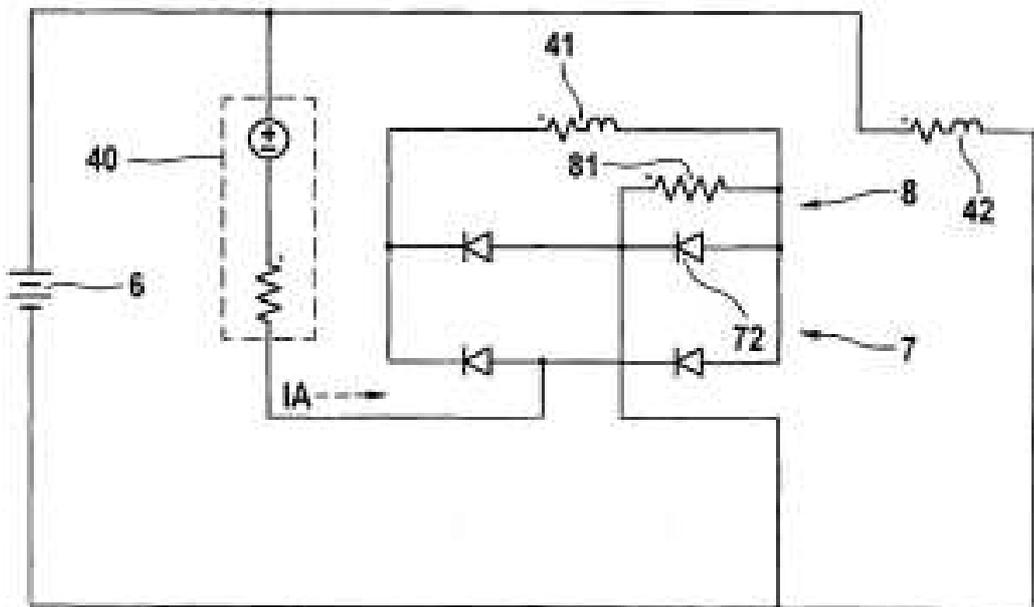


Fig. 3

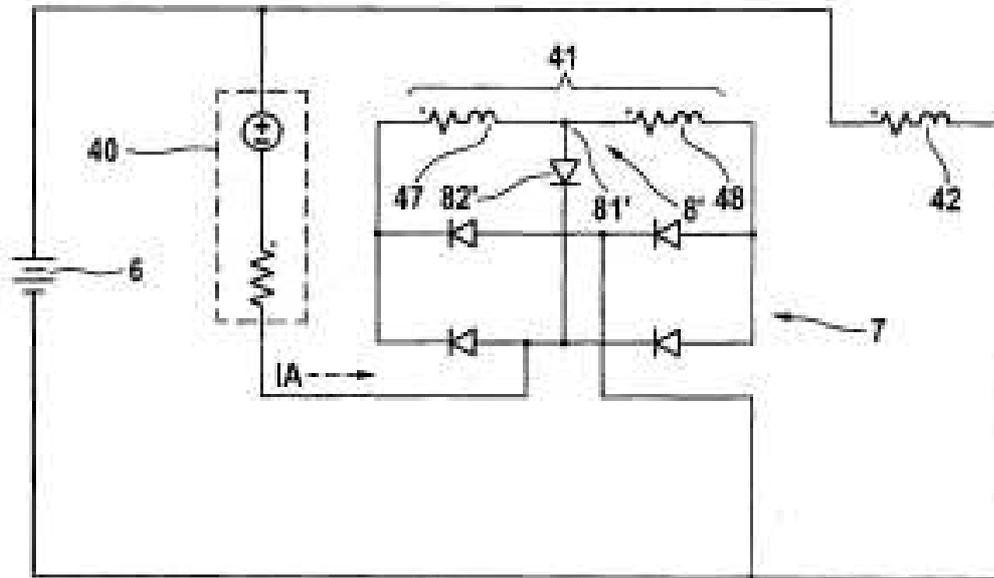


Fig. 4

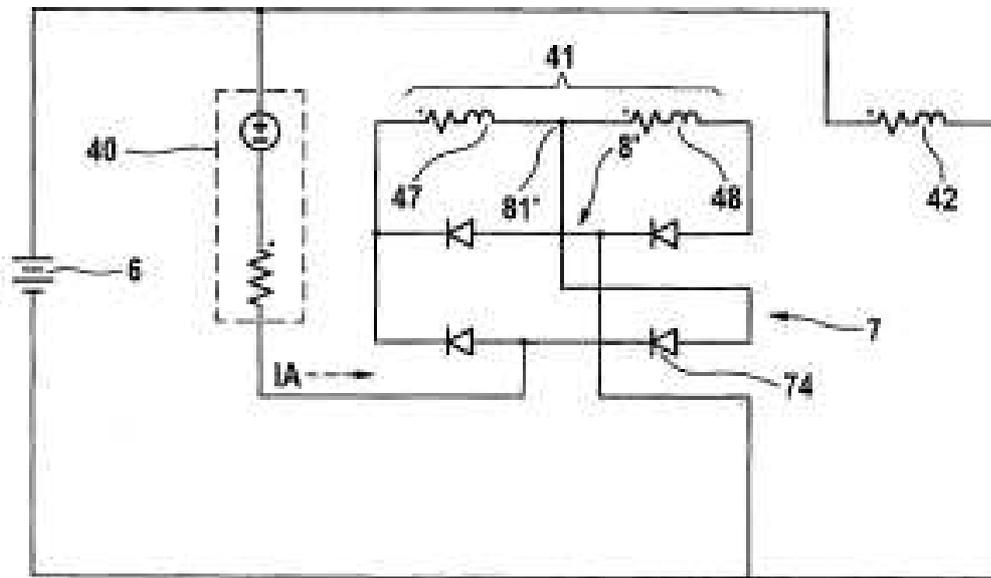


Fig. 5

