



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 422**

51 Int. Cl.:  
**H02P 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02777050 .2**

96 Fecha de presentación : **10.09.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1540811**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2005**

54

Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con cascada sobresincronizada.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**26.04.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**26.04.2011**

73

Titular/es: **DEWIND Co.**  
**3 Park Plaza, Suite 1920**  
**Irvine, California 92614, US**

72

Inventor/es: **Willisch, Wolf y**  
**Müller, Robert**

74

Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 357 422 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).

## DESCRIPCION

Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de energía eólica con cascada sobresincronizada.

5 La invención se refiere a una instalación de energía eólica con un rotor accionable por el viento, con preferencia palas de rotor regulables con uno o varios ángulos, con un generador conectado directa o indirectamente con el rotor para la generación de energía eléctrica, que está configurado como generador asíncrono con cascada sobresincronizada del rectificador de corriente en el circuito del rotor para un funcionamiento del rotor de resbalamiento variable, de manera que la cesión de potencia del generador es posible con un número variable de revoluciones del motor, y con un sistema de guía del funcionamiento, que está configurado para regular, dentro de un intervalo predeterminado de la velocidad del viento, el número de revoluciones del rotor, con preferencia mediante el ajuste del ángulo de las palas del rotor.

Además, la invención se refiere a un procedimiento para la regulación de la cesión de potencia de una instalación de energía eólica, en el que se regula el resbalamiento.

Una instalación del tipo indicado al principio se conoce a partir de la solicitud más antigua de la solicitante DE 10117212.5.

15 Tales instalaciones de energía eólica, que trabajan con número variable de revoluciones del rotor y con ángulos variables de las palas del rotor, proporcionan más energía eléctrica que las instalaciones, que trabajan con un único número fijo de revoluciones del rotor y con ángulos fijos de las palas del rotor. Habitualmente se trabaja con número variable de revoluciones en la zona de velocidades muy reducidas del viento, de manera que las palas del rotor adoptan un ángulo grande frente al viento incidente, que es solamente algo inferior a 90 grados. Este ángulo de las palas del rotor no se modifica en primer lugar a medida que se incrementan las velocidades del viento hasta que la velocidad del viento es suficiente para hacer girar el rotor con número nominal de revoluciones, de manera que la instalación de energía eólica cede su potencia nominal. Por lo tanto, la cesión de la potencia se incrementa a partir de una potencia muy pequeña a una velocidad mínima del viento junto con el número de revoluciones del rotor hasta que se alcanza la potencia nominal. A medida que se incrementa más la velocidad del viento, se mantienen ahora la potencia nominal y el número nominal de revoluciones lo más constantes posible, siendo desplazadas las palas del rotor cada vez más en la dirección del viento hasta que la velocidad del viento se eleva por encima de una velocidad de desconexión. Aquí se desconecta la instalación de energía eólica, girando las palas del rotor totalmente en la dirección del viento, de manera que el ángulo de las palas del rotor es aproximadamente cero grados frente a la dirección del viento. De esta manera, se frena el rotor. La desconexión a velocidades muy altas del viento es necesaria porque la carga de la instalación de energía eólica en el funcionamiento con viento fuerte, en particular con ráfagas, puede ser tan grande que se produzcan daños.

A medida que se incrementa la potencia y el número de tales instalaciones de energía eólica, la compensación de las oscilaciones de la potencia de corta duración en la EVU plantea cada vez dificultades mayores. Por lo tanto, los requerimientos planeados a la calidad de la corriente alimentada son cada vez mayores.

35 Con esta finalidad han sido desarrollados controles adecuados para generadores asíncronos. Tal generador asíncrono alcanza a través de un control correspondiente por ordenador un resbalamiento variable de hasta 10 %, lo que significa que el rotor y el generador admiten una oscilación del 10 % en el número de revoluciones con ráfagas de viento. Con vientos fuertes, el generador mantiene la generación de corriente constante en la potencia nominal. La elasticidad en el sistema reduce al mínimo la sollicitación de los componentes vitales de la instalación de energía eólica y mejora la calidad de la corriente, que es alimentada a la red de corriente.

En este tipo de funcionamiento conocido de la instalación de energía eólica con un generador de corriente trifásica, la adaptación del número de revoluciones para una alimentación uniforme de la red en caso de ráfagas de viento se realiza a través de un resbalamiento variable con una resistencia controlada por impulsos en el circuito del rotor. La potencia de resbalamiento del rotor permanece inutilizada y se convierte en calor.

45 Otro concepto conocido es la cascada sobresincronizada para un generador asíncrono con anillos de contacto. La potencia de resbalamiento rectificadora es alimentada en este caso a la red a través de un vibrador guiado por la red. En esta aplicación son un inconveniente los momentos pendulares fuertes de las oscilaciones de la corriente generada en el generador, una necesidad alta de potencia ciega y un basculamiento posible del vibrador en caso de fallo de la red.

50 Otro procedimiento de una cascada, conocido a partir del documento US-A-6.137.187, es la regulación de las corrientes del rotor con un convertidor del circuito intermedio de la tensión de acuerdo con un procedimiento orientado al campo para un generador de corriente trifásica de doble alimentación para la utilización de una zona sub-sincronizada y sobre-sincronizada del número de revoluciones. Los procedimientos de regulación orientados al campo del generador asíncrono de doble alimentación son problemáticos en el caso de interrupciones cortas de la tensión en la red y en el caso de cortocircuito de la red.

55 El cometido de la invención es proponer una instalación de energía eólica, que acondiciona una calidad elevada de la corriente alimentada, así como un procedimiento para el funcionamiento de tal instalación. El

procedimiento para el funcionamiento de la instalación de energía eólica debe trabajar de forma robusta y con coste favorable y debe poder emplearse especialmente en redes propensas a averías. En particular, otro cometido de la invención es indicar un procedimiento que posibilita la generación económica de energía eléctrica también con viento débil.

5 El cometido del dispositivo se soluciona en una instalación del tipo indicado al principio porque la cascada sobresincronizada del rectificador de corriente en el circuito del rotor está configurada para la alimentación de la potencia de resbalamiento a la red. Por lo tanto, de acuerdo con la invención, la potencia de resbalamiento es alimentada a la red. El funcionamiento de la instalación de energía eólica es de esta manera más económico.

10 Esto se consigue de manera más ventajosa porque la cascada sobresincronizada del rectificador de corriente presenta un circuito intermedio de tensión continua, que está configurado como convertidor elevador.

A este respecto, está previsto con ventaja que el convertidor elevador está configurado de manera que se conmuta con una frecuencia que es un múltiplo, con preferencia en el intervalo de 10 a 100 veces la frecuencia de la red.

15 El convertidor elevador puede presentar una modulación de la anchura del impulso o puede estar constituido por conmutadores IGBT con frecuencia variable. Una modulación de la anchura del impulso de los conmutadores IGBT, controlada en función de las corrientes, de la frecuencia y de las tensiones del rotor, controla una tensión del circuito intermedio adaptada a la tensión de la red para el convertidor de impulsos del lado de la red.

20 Para la prevención de sobreoscilaciones de las corrientes del rotor, los conmutadores IGBT son sincronizados de manera ventajosa con frecuencia de conmutación variable alta y desfasados 180 grados, para seguir la ondulación en función del resbalamiento de la tensión rectificadora del rotor.

Con ventaja, está previsto que el estator esté configurado de manera que se cortocircuita a una velocidad límite baja del viento, con preferencia a través de una resistencia trifásica de resbalamiento y se separa de la red. El generador puede suministrar entonces potencia a la red también todavía velocidades bajas del viento como generador asíncrono sencillo.

25 En un procedimiento del tipo indicado al principio, el cometido se soluciona porque la potencia de resbalamiento es alimentada a la red.

En este caso, de manera ventajosa, la tensión rectificadora del rotor del generador en función del número de revoluciones es elevada con los convertidores elevadores al nivel de la tensión de la red.

30 Una configuración ventajosa del procedimiento consiste en que la cesión de potencia de la cascada del rectificador de corriente a la red es controlada a través de una modulación de la anchura del impulso.

A la calidad de la red puede contribuir de manera ventajosa que la alimentación de la potencia del circuito intermedio a la red se realiza de forma adaptada a la necesidad de potencia ciega de la red.

35 Con ventaja, está previsto que la conexión de la corriente del circuito intermedio a través de los dos convertidores elevadores se realice desfasada 180 grados entre sí, con preferencia modulada en la anchura del impulso y/o de frecuencia variable, para reducir al mínimo las repercusiones de las sobreoscilaciones de la corriente sobre el generador, que resultan a partir de la ondulación de la tensión del rotor  $U_{ZS}$  rectificadora, en función del resbalamiento.

40 El rendimiento de energía se puede incrementar de manera ventajosa porque el generador de corriente trifásica es accionada con relaciones normales del viento en el funcionamiento normal con la cascada sobresincronizada con el convertidor elevador y en el caso de poco viento se conmuta a través de la separación de su estator de la red de corriente y cortocircuito del mismo a través de una resistencia trifásica de resbalamiento a una máquina asíncrona sencilla y se acciona como tal.

45 Esto se aplica especialmente cuando el generador asíncrono es conducido con efecto de auto-excitación con los condensadores y alimenta su energía eléctrica con frecuencia variable, en función de las revoluciones del rotor, a través del rectificador y del convertidor elevador, a los condensadores del circuito intermedio, y el convertidor de impulsos alimenta la energía generada a la red de corriente.

En particular, es ventajoso que tan pronto como la potencia mecánica excede la potencia eléctrica del convertidor de impulsos, el generador sea sincronizado con el estator y sea conectado con la red de corriente, y que la potencia de resbalamiento sobresincronizada sea alimentada a la red con la disposición de cascada.

50 Por último, se puede prescindir de resistencias especiales, porque al menos un cable es conducido desde el generador dispuesto con preferencia en una góndola hacia un armario de distribución en una base de la torre y actúa como resistencia de resbalamiento.

Otras ventajas y detalles de la invención se deducen a partir de la descripción siguiente de un ejemplo de realización con la ayuda de los dibujos. En éstos:

La figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación de energía eólica de acuerdo con la invención adecuada para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 2 muestra un diagrama con una representación normalizada de la potencia generada en función del número de revoluciones y

5 La figura 3 muestra una representación esquemática de una variante de la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención que es adecuada para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

10 La instalación de energía eólica de acuerdo con la invención representada presenta un mástil 1 amarrado en el suelo y un rotor 2 montado en el lado superior del mástil 1 con tres palas de rotor. Los ángulos de las palas del rotor están configurados de forma regulable con respecto a su eje longitudinal. El rotor 2 está conectado mecánicamente con un generador asíncrono eléctrico 3. El estator 4 del generador 3 está conectado eléctricamente con la red 8. En este caso, la frecuencia de la red y la frecuencia generada en el estator están sincronizadas entre sí. El rotor 5 del generador 3 se conecta a través de las líneas con la disposición de convertidor 6, que está en conexión, por su parte, con las líneas entre el estator 4 y la red 8. La potencia de resbalamiento generada por el generador es alimentada a la red con la disposición de convertidor 6. La potencia de resbalamiento del rotor y, por lo tanto, el número de revoluciones, son controlados de forma variable. La potencia que debe alimentarse desde el generador 3 a la red 8 con oscilaciones reducidas se consigue por un sistema de guía del procedimiento no mostrado, pero conocido por el técnico, que regula el número de revoluciones del rotor y el ángulo de las palas del rotor. El estator 4 del generador de corriente trifásica 3 se puede conectar eléctricamente o bien a través de un primer conmutador 13 con la red de corriente 8 o de manera alternativa a través de una resistencia de resbalamiento trifásica 14 y un segundo conmutador 15 para formar un arrollamiento cortocircuitado. En el presente diagrama, este cortocircuito del estator está provisto con el signo de referencia 16.

El rotor 5 está conectado eléctricamente con un convertidor 6, que se puede conectar, por su parte, a través de un tercer conmutador 7 con la red de corriente 8 o se puede separar de ésta.

25 El convertidor 6 está constituido por un rectificador 9, por el vibrador de impulsos 10 así como por el convertidor elevador 11, que están conectados eléctricamente entre sí a través de un circuito intermedio de tensión continua 11'. Se establecen diferentes estados de funcionamiento del convertidor 6 por medio de dos dispositivos de control 12 y 12' para el control de la frecuencia y el control de la tensión del vibrador de impulsos 10 y del convertidor elevador 11.

30 De acuerdo con la invención, el empleo de la cascada sobresincronizada para el generador de corriente trifásica 3 de la instalación de energía eólica con dos convertidores elevadores 11a y 11b (convertidores Boost) tiene lugar en el circuito intermedio de tensión 11'. Las tensiones del rotor 5 son convertidas a través de un rectificador 9 trifásico no controlado en una tensión continua en función del resbalamiento. La tensión continua filtrada  $U_{ZS}$  se eleva a través de dos inductancias y dos conmutadores IGBT a una tensión  $U_Z$ . Los conmutadores IGBT 11a y 11b cargan las inductancias L a una tensión  $U_L$  y bloquean los diodos D, respectivamente. Después de alcanzar una corriente predeterminable, se abren los conmutadores IGBT 11a y 11b y se fuerza en la inductancia L una tensión  $U_Z$ , con la que se cargan los condensadores del circuito intermedio K. Un convertidor 10 de 6 impulsos sincroniza la energía del circuito intermedia sin sobreoscilaciones a través de un filtro de la red F en la red de corriente.

40 Para la prevención de sobreoscilaciones de las corrientes del rotor se sincronizan conmutadores IGBT 11a y 1b con frecuencia de conmutación alta variable y desfasados 180 grados, para seguir la ondulación en función del resbalamiento de la tensión rectificadora del rotor  $U_{ZS}$ . Una modulación de la anchura del impulso de los conmutadores IGBT, controlada en función de las corrientes, de la frecuencia y de las tensiones del rotor a través del dispositivo de control 12', controla una tensión del circuito intermedio  $U_Z$ , adaptada a la tensión de la red, para el convertidor de impulsos 10 del lado de la red.

45 La cascada sobresincronizada se realiza, por lo tanto, con dos convertidores elevadores 11a y 11b desfasados 180 grados en el circuito intermedio de tensión 11', que elevan la tensión del rotor rectificadora a una tensión más elevada del circuito intermedio  $U_Z$ , que es alimentada a través de un convertidor de impulsos 10 y a través de un filtro de la red F a la red de corriente 8.

50 En condiciones normales del viento, el generador de corriente trifásica 3 es accionado en el funcionamiento normal con la cascada sobresincronizada con el convertidor elevador 11 y en el caso de poco viento se conmuta a través de la separación de su estator 4 de la red de corriente 7 y el cortocircuito del mismo a través de una resistencia trifásica de resbalamiento 14 a una máquina asíncrona sencilla y se acciona como tal.

55 Este generador asíncrono es conducido con efecto de auto-excitación con los condensadores K' y alimenta su energía eléctrica con frecuencia variable, a través del rectificador 9 no controlado de seis impulsos y del convertidor elevador 11 conectado a continuación, a los condensadores del circuito intermedio K, y el convertidor de impulsos 10 alimenta la energía generada a la red de corriente 8. El dispositivo de control 12 acciona el convertidor elevador 11 controlado en la anchura del impulso y con frecuencia variable de tal manera que se eleva la ondulación de la tensión del generador a una tensión del circuito intermedio  $U_Z$  adaptada a la red. La energía del circuito intermedio es alimentada de forma sinusoidal a la red a través del convertidor de impulsos 10 con el aparato de control 12.

El generador asíncrono es conducido en este caso de manera ventajosa con pérdidas reducidas de hierro. La ganancia de energía eléctrica se realiza con este procedimiento, a velocidades reducidas del viento, con un rendimiento mejor que con el generador de corriente trifásica, cuyo estator 4 está conectado con la red 8. Si la potencia mecánica excede la potencia eléctrica del convertidor de impulsos 10, se sincroniza el generador, sincronizado con el estator 4, con la red de corriente 8 y se alimenta la potencia sobresincronizada de resbalamiento con la disposición de cascada a la red.

En el diagrama de la figura 2 se representa sobre la abscisa el número de revoluciones  $n$ , que está normalizado a un número nominal de revoluciones  $nN$ . No tiene ninguna importancia si en este caso se trata del número de revoluciones del propulsor 2 o del número de revoluciones del rotor 5, puesto que estos dos números de revoluciones se diferencian como máximo en un factor constante, que puede estar condicionado por un engranaje multiplicador rígido dado el caso intercalado. Pero el factor constante se elimina a través de la normalización de la escala de la abscisa al número nominal de revoluciones.

En la ordenada del diagrama de la figura 2 se representa una potencia eléctrica  $P$  del generador de corriente trifásica 3, normalizada a una potencia nominal  $PN$ , que este generador puede ceder a la red de corriente 8. La curva de la potencia del diagrama está constituida por cuatro secciones 17, 18, 19, 20 bien diferenciadas.

Con viento suficientemente fuerte, la instalación de energía eólica es accionada en la sección 17. En este caso, se excede el número de revoluciones  $nN$  que es necesario para la generación de la potencia nominal  $PN$ . A través de la regulación del ángulo de ataque de las palas del propulsor 2 se adapta el número de revoluciones real  $n$  a la intensidad del viento y en este caso a través del control correspondiente del convertidor 6 por medio del dispositivo de control 12, 12' se mantiene la potencia  $P$  cedida a la red de corriente constante en la potencia nominal  $PN$ . El generador de corriente trifásica 3 es conducido en esta zona en el funcionamiento normal a través de la disposición rectificadora de corriente 6 en el funcionamiento de cascada sobresincronizada. El estado de funcionamiento normal se designa en la difusa 2 con DASM.

A medida que se debilita el viento, no se puede mantener ya el número de revoluciones  $nN$  que es necesario para la generación de la potencia nominal  $PN$ . Por lo tanto, en la zona 18 de la curva de la potencia, la potencia  $P$  cedida realmente cae por debajo de la potencia nominal  $PN$  y, en concreto, de manera aproximadamente proporcional al descenso del número de revoluciones, hasta que se alcanza un número mínimo de revoluciones, con el que se puede accionar todavía de forma rentable la instalación de energía eólica en el estado de funcionamiento normal DASM. A medida que se debilitan todavía más las intensidades del viento, debería pararse una instalación de energía eólica sin el procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la invención.

Pero la invención posibilita la continuación del funcionamiento de la instalación de energía eólica con viento muy débil, a través de la conmutación a un estado de funcionamiento ASM, en el que el generador de corriente trifásica 3 es accionado como máquina asíncrona y el convertidor 6 es accionado como convertidor completo. En este caso, el estator 4 es separador de la red de corriente 8 a través de la apertura del primer conmutador 13 y es cortocircuitado a través de la resistencia de resbalamiento 14 por medio del cierre del segundo conmutador 15. De esta manera, se evita que las pérdidas de hierro del estator 4 en la red de corriente 8 excedan la energía eléctrica generada al mismo tiempo por el generador.

Como se puede reconocer en el diagrama de la figura 2, la sección 20 de la curva de potencia cae de nuevo aproximadamente de forma proporcional con el número de revoluciones, pero con un gradiente más plano que en la sección 18. Este estado de funcionamiento ASM posibilita la alimentación rentable de energía, con el tercer conmutador 7 cerrado, a la red de corriente 8 también todavía con números de revoluciones  $n$  muy bajos, que se alcanzan con intensidades muy reducidas del viento. En la sección 20 de la curva de potencia, la instalación de energía eólica accionada de acuerdo con la invención puede generar, por lo tanto, energía adicional, que no puede ser generada por una instalación accionada de manera convencional.

Esta diferencia de energía, que se perdería en la instalación de energía eólica convencional, puede ser enormemente grande en determinadas circunstancias. La altura de la diferencia depende esencialmente de las condiciones del viento en el lugar de emplazamiento de la instalación. Cuanto mayores son los periodos de tiempo con condiciones débiles del viento, tanto mayor es la energía obtenida adicionalmente.

Las zonas de números de revoluciones de los dos estados de funcionamiento ASM y DASM se entrecruzan en la zona de conmutación 21 indicada por medio de trazos en la figura 2. El punto de conmutación puede estar en este caso, de acuerdo con el algoritmo de control utilizado, en números de revoluciones  $n$  o bien un poco más altos o un poco más bajos. Por lo tanto, de manera correspondiente diferente puede ser también la potencia eléctrica  $P$  respectiva. La tercera sección 19 de la curva de potencia no representa, por lo tanto, el desarrollo real, sino que debe entenderse solamente como representación esquemática de la transición.

En la figura 3 se representa una forma de realización alternativa de la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención, en la que el rectificador 9 no controlado en la figura 1 está sustituido por un convertidor de impulsos 10" autoguiado y no está presente ningún convertidor elevador en el circuito intermedio 11'. También aquí en el caso del generador de corriente trifásica 3 con una cascada sobresincronizada, la potencia de resbalamiento controlada es

5 alimentada a través de un convertidor de impulsos 10 autoguiado a la red de corriente. Para el control de corrientes sinusoidales del rotor, el convertidor de impulsos 10" está previsto para la alimentación de la potencia de resbalamiento al circuito intermedio de tensión continua, desde el que se alimenta la potencia de resbalamiento, a través de un segundo convertidor de impulsos 10 a la red de corriente 8. Para la activación de los convertidores de impulsos 10" y 10 sirven los aparatos de control 12" y 12, que están conectados con los sensores de corriente S" y S.

LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

|    |          |   |
|----|----------|---|
|    | 1        | Torre                                   |
|    | 2        | Propulsor                               |
|    | 3        | Generador de corriente trifásica        |
| 5  | 4        | Estató                                  |
|    | 5        | Rotor                                   |
|    | 6        | Convertidor                             |
|    | 7        | Tercer conmutador                       |
|    | 8        | Red de corriente                        |
| 10 | 9        | Rectificador no controlado              |
|    | 10       | Vibrador de impulsos                    |
|    | 10"      | Vibrador de impulsos                    |
|    | 11       | Convertidor elevador                    |
|    | 11'      | Circuito intermedio de tensión continua |
| 15 | 11a      | Convertidor elevador                    |
|    | 11b      | Convertidor elevador                    |
|    | 12       | Dispositivo de control                  |
|    | 12'      | Dispositivo de control                  |
|    | 12"      | Dispositivo de control                  |
| 20 | 13       | Primer conmutador                       |
|    | 14       | Resistencia de resbalamiento            |
|    | 15       | Segundo conmutador                      |
|    | 16       | Cortocircuito del estató                |
|    | L        | Inductividad                            |
| 25 | D        | Diodo                                   |
|    | K, K'    | Condensador                             |
|    | F        | Filtro de la red                        |
|    | $U_{zS}$ | Tensión continua                        |
|    | $U_z$    | Tensión elevada                         |
| 30 | S        | Sensor de corriente                     |
|    | S'       | Sensor de corriente                     |
|    | S"       | Sensor de corriente                     |
|    | 17       | Primera sección                         |
|    | 18       | Segunda sección                         |
| 35 | 19       | Tercera sección                         |
|    | 20       | Cuarta sección                          |
|    | 21       | Zona de conmutación                     |

|    |  |
|----|--|
| 22 | Unión mecánica   |
| P  | Potencia eléctrica   |
| PN | Potencia nominal   |
| n  | Número nominal de revoluciones   |
| 5  | ASM Funcionamiento como máquina asíncrona / funcionamiento como convertidor completo     |
|    | DASM Funcionamiento como máquina asíncrona de doble alimentación / funcionamiento normal |

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de energía eólica con un rotor accionable por el viento, con preferencia palas de rotor regulables con uno o varios ángulos, con un generador conectado directa o indirectamente con el rotor para la generación de energía eléctrica, que está configurado como generador asíncrono con cascada sobresincronizada del rectificador de corriente en el circuito del rotor para un funcionamiento del rotor de resbalamiento variable, de manera que la cesión de potencia del generador es posible con un número variable de revoluciones del motor, y con un sistema de guía del funcionamiento, que está configurado para regular, dentro de un intervalo predeterminado de la velocidad del viento, el número de revoluciones del rotor, con preferencia mediante el ajuste del ángulo de las palas del rotor, en la que la cascada sobresincronizada del rectificador de corriente en el circuito del rotor está configurada para la alimentación de la potencia de resbalamiento a la red, caracterizada porque el estator está configurado para cortocircuitarse en el caso de una velocidad baja del viento, con preferencia a través de una resistencia trifásica de resbalamiento, y para separarse de la red.
- 10 2. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la cascada sobresincronizada del rectificador de corriente presenta un circuito intermedio de tensión continua, que está configurado como convertidor elevador.
- 15 3. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el convertidor elevador está configurado para conectarse con una frecuencia que el múltiplo, con preferencia de 10 a 100 veces la frecuencia de la red.
- 20 4. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque el convertidor elevador presenta una modulación de la anchura del impulso.
- 5 5. Instalación de energía eólica de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el convertidor elevador está configurado por conmutadores IGBT de forma conmutable con frecuencia variable.
- 25 6. Instalación de energía eólica de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los conmutadores IGBT de los dos convertidores elevadores están configurados de manera que se conmuta con un desfase de 180 grados entre sí.
- 30 7. Procedimiento para la regulación de la cesión de potencia de una instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 2, en el que se regula el resbalamiento, de manera que se alimenta la potencia de resbalamiento a la red, caracterizado porque el generador de corriente trifásica es accionado en condiciones normales del viento en el funcionamiento normal con la cascada sobresincronizada con el convertidor elevador y en el caso de poco viento se conmuta a través de la separación de su estator de la red de corriente y cortocircuito del mismo a través de una resistencia trifásica de resbalamiento a una máquina asíncrona sencilla y se acciona como tal.
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el generador asíncrono es conducido con efecto de auto-excitación con los condensadores y alimenta su energía eléctrica con frecuencia variable, en función de las revoluciones del rotor, a través del rectificador y del convertidor elevador, a los condensadores del circuito intermedio, y el convertidor de impulsos alimenta la energía generada a la red de corriente.
- 40 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque tan pronto como la potencia mecánica excede la potencia eléctrica del convertidor de impulsos, el generador es sincronizado con el estator y es conectado con la red de corriente, y la potencia de resbalamiento sobresincronizada con la disposición de cascada es alimentada a la red.
- 45 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque al menos un cable es conducido desde el generador dispuesto con preferencia en una góndola hacia un armario de distribución en una base de la torre y actúa como resistencia de resbalamiento.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque la tensión intermedia de la cascada de rectificadores es elevada a la tensión de la red y se regula de acuerdo con el resbalamiento.
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque la cesión de potencia de la cascada de rectificadores a la red es controlada por medio de una modulación de la anchura del impulso.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque la alimentación de la potencia del circuito intermedio a la red se realiza adaptada a la necesidad de potencia ciega de la red.
- 50 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizado porque la conexión de la corriente del circuito intermedio a través de los dos convertidores elevadores se realiza desfasada 180 grados entre sí, con preferencia modulada en la anchura del impulso y/o de frecuencia variable.

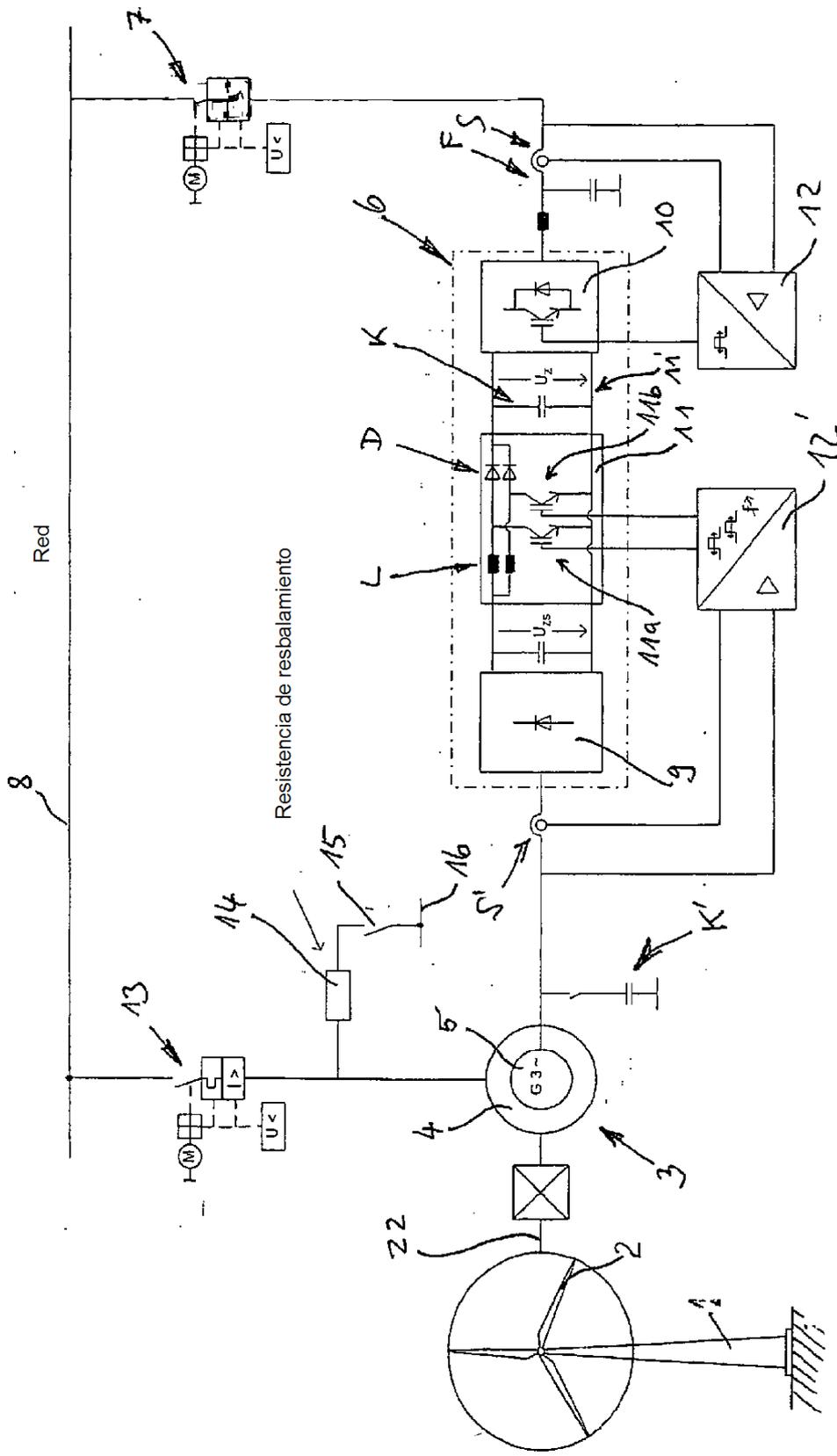


Figura 1

Fig. 2

