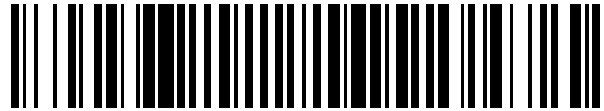


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 140**

51 Int. Cl.:

H02M 7/48 (2007.01)

H02J 3/38 (2006.01)

F03D 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2004 E 04739904 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 1634365**

54 Título: **Instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

16.06.2003 DE 10327344

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

17.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ALTEMARK, JENS;
MATZEN, BJÖRN y
ZEUMER, JÖRG**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 140 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Instalación de energía eólica.

La presente invención se refiere a una instalación de energía eólica con un sistema eléctrico.

5 Las instalaciones de energía eólica conocidas presentan un rotor con al menos una pala de rotor, que está acoplada con un generador para la generación de potencia eléctrica, en las que la potencia generada es alimentada, en general, a una red de corriente eléctrica.

10 Las redes de corriente eléctrica predeterminan para la conexión a la red, por ejemplo, de una instalación de energía eólica unos requerimientos mínimos, como por ejemplo el mantenimiento de la frecuencia de la red, la cesión de potencia efectiva y la preparación de potencia reactiva, para garantizar la seguridad y la fiabilidad del funcionamiento de la red.

Para cumplir estos requerimientos está previsto en instalaciones de energía eólica un sistema eléctrico, a través del cual se pueden ajustar, entre otras cosas, los parámetros predeterminados de las redes de corriente públicas, pero también se realiza, por ejemplo, la regulación y el control de la instalación, por ejemplo a través de una regulación angular de las palas del rotor.

15 El sistema eléctrico está constituido, en general, por diferentes unidades del sistema, en el que las unidades del sistema presentan componentes electrónicos, eléctricos y/o electrónicos y/o componentes de detección, y/o instalaciones de protección eléctrica. En general, algunos componentes de una unidad del sistema eléctrico están agrupados, de acuerdo con sus cometidos, en uno o varios módulos funcionales, que ejecutan al menos una función en combinación con la generación de potencia eléctrica.

20 Los componentes electrónicos pueden ser, por ejemplo, ordenadores de control. Los componentes electrónicos pueden ser cables de control, alimentaciones de tensión o, en cambio, también alimentaciones ininterrumpidas de la tensión. A los componentes electromecánicos pertenecen, por ejemplo, relés, relevadores. Los componentes de detección comprenden todas las instalaciones para la detección de datos de medición como, por ejemplo, sensores para la medición de temperatura, presión, número de revoluciones y velocidad del viento.

25 En general, las unidades eléctricas del sistema comprenden al menos una instalación para el acoplamiento del generador a una red de corriente eléctrica así como una instalación de control con un ordenador de guía del funcionamiento, que optimiza, entre otras cosas, la generación de potencia eléctrica.

30 Para que una instalación de energía eólica reporte beneficios, es necesario que esté disponible de una manera fiable con una producción de viento correspondiente. Por lo tanto, las instalaciones están diseñadas, en general, de tal manera que se evitan los tiempos de inactividad en virtud de defectos en la instalación. Un ejemplo de ello es el empleo especialmente de componentes de alta calidad, que presentan tasas de fallos reducidas.

35 No obstante, para el caso de que se produzca un fallo, un técnico debe visitar la instalación y subsanar un defecto en el lugar. Pero especialmente en el caso de instalaciones cerca de la costa se plantea el problema de que, en el caso de condiciones meteorológicas desfavorables, la instalación no es accesible o sólo con dificultades. Esto tiene como consecuencia que en el caso de la aparición simultánea de un defecto y condiciones meteorológicas desfavorables, un técnico no puede acceder inmediatamente a la instalación para subsanar el defecto, de manera que la instalación está parada durante un periodo de tiempo prolongado y no reporta ningún beneficio.

40 También puede suceder que las condiciones meteorológicas, en particular la altura de las olas solamente permite un acceso a través de procedimientos de elevación con helicóptero, en el que el técnico así como la herramienta necesaria y las piezas de repuesto son elevados por un helicóptero sobre una plataforma. En este caso, solamente es posible realizar reparaciones más pequeñas, pero es imposible la sustitución de componentes mayores.

Pero puesto que especialmente en instalaciones cerca de la costa se trata de instalaciones, que trabajan de una manera especialmente rentable en virtud de su tamaño, la pérdida económica en el caso de fallo de una instalación es también especialmente alta.

45 Se conoce a partir del documento DE 100 40 273 una instalación del tipo indicado al principio, en la que para módulos funcionales puede estar previsto al menos un módulo paralelo, que en el caso de un fallo del módulo funcional puede asumir sus cometidos al menos parcialmente, y de esta manera contribuye a que la instalación de energía eólica permanezca preparada para el funcionamiento. El cometido de la presente invención es la creación de una instalación de energía eólica, que compensa los defectos producidos de tal manera que se garantiza una
50 generación óptima de potencia.

El cometido se soluciona por medio de una instalación de energía eólica con un sistema eléctrico, que presenta las características de la reivindicación 1.

La instalación de energía eólica de acuerdo con la invención presenta un rotor con al menos una pala de rotor, que está acoplada directa o indirectamente con un generador para la generación de corriente eléctrica, y un sistema eléctrico, que está constituido por diferentes unidades del sistema eléctrico, que presentan componentes electrónicos, eléctricos y/o electromecánicos y/o de detección y/o instalaciones de protección de la técnica eléctrica.

5 De acuerdo con la invención, todos los componentes de una unidad de sistema eléctrico o determinados componentes de la unidad de sistema eléctrico de acuerdo con sus cometidos están reunidos en uno o varios módulos funcionales (250, 250'), que ejecutan al menos una función en combinación con la generación de potencia eléctrica, estando previsto para al menos un módulo funcional al menos un módulo paralelo, que durante el funcionamiento normal de la instalación ejecuta o puede ejecutar una función igual o similar del módulo funcional, y
10 en el que el módulo funcional y el módulo paralelo están conectados entre sí o se pueden conectar entre sí de tal manera que en el caso de una avería del funcionamiento, en la que falla un módulo funcional o un módulo paralelo, el módulo funcional o módulo paralelo que permanece con capacidad de funcionamiento mantiene, al menos parcialmente, la generación de potencia eléctrica.

15 De acuerdo con la presente invención, se agrupan determinados componentes o todos los componentes de las unidades del sistema en módulos funcionales. Los módulos funcionales resultantes están configurados de tal forma que ejecutan determinadas funciones en conexión con la generación de potencia eléctrica de la instalación. Para un módulo funcional está previsto al menos un módulo paralelo, cuyo cometido esencial es el mantenimiento de la generación de potencia eléctrica.

20 A través de la previsión del módulo paralelo se crea la posibilidad de esperar en el caso de la sustitución de un módulo funcional defectuoso hasta que mejoren las condiciones meteorológicas o hasta el siguiente plazo de mantenimiento regular. Esto ofrece la ventaja, en particular en instalaciones cerca de la costa, de que las visitas a las instalaciones se limiten en gran medida a los plazos de mantenimiento regulares y de esta manera se pueden reducir los costes de reparación.

25 De acuerdo con la reivindicación 1, el módulo paralelo y en parte también el módulo funcional pueden estar configurados diferentes para cumplir este cometido.

30 Por una parte, el módulo paralelo puede estar configurado de tal forma que realiza la misma función que el módulo funcional. En este caso, el módulo paralelo puede realizar la función simultáneamente con el módulo funcional, lo que significa que la función para la generación de la potencia eléctrica es realizada en común por ambos módulos, de manera que en el caso de una avería de funcionamiento, en la que falla un módulo funcional o un módulo paralelo, continua la generación de potencia a través del módulo remanente de acuerdo con su porción funcional y con ello se puede garantizar de una manera ventajosa un funcionamiento continuo, aunque limitado de la instalación.

35 Se conoce desde hace muchos años una disposición en el campo de la técnica de generadores. Allí se divide, por razones de diseño, el sistema generador en dos a cuatro generadores conectados en paralelo, por ejemplo dos generadores de 750kW para una instalación de 1,5MW o cuatro generadores de 250kW para una instalación de 1MW. Pero en el fondo de estos desarrollos existió exclusivamente el problema de que los generadores grandes no podían producir o solamente con costes considerablemente más elevados que un número mayor de unidades más pequeñas, es decir, que el objetivo era la reducción de los costes de inversión. Pero especialmente los engranajes de estas máquinas no eran adecuados para continuar la generación de corriente en el caso de fallo de uno de los
40 generadores, puesto que la carga asimétrica conducía a daños en el engranaje.

Una disposición de generador, que presenta al menos dos estatores para el mantenimiento de la generación de corriente junto a un rotor, en la que a cada estator está asociado al menos un convertidor, se conoce también a partir del documento DE 100 40 273.9 A1. Sin embargo, la configuración de un generador, que presenta al menos dos estatores presenta el gran inconveniente de que con ello se generan sobrecostes considerables.

45 También en la forma de realización se elevan en primer lugar los costes de inversión debido a la estructura más compleja, peor no en la misma medida que resultaría a través de la configuración de un generador con al menos dos estatores. Los sobrecostes más reducidos ofrecen frente al estado de la técnica, la ventaja esencial de que se consigue más rápidamente una amortización de los sobrecostes a través de la fiabilidad elevada durante la generación de corriente durante el periodo de vida útil de 20 años de la instalación de energía eólica.

50 Además, el módulo paralelo puede estar diseñado de tal forma que realiza una función similar al módulo funcional, pero de manera que esta función similar contribuye o puede contribuir de la misma manera a la generación de potencia que la misma función. Por ejemplo, el módulo paralelo puede estar dimensionado más pequeño que el módulo funcional y, por lo tanto, puede ser más barato en la fabricación.

55 En este caso, el módulo paralelo puede estar dispuesto igualmente de tal manera que realiza la función junto con el módulo funcional.

En la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención está previsto, además, que la instalación de control realice una guía del funcionamiento por medio de parámetros del entorno y parámetros de las instalaciones. La guía del funcionamiento significa en este contexto tanto el control o bien la regulación de la instalación en el funcionamiento para la optimización de la generación de potencia como también la guía del funcionamiento de orden superior a través de las funciones de regulación y de control, que no están directamente relacionadas con la generación de potencia, como por ejemplo el seguimiento del viento, la alimentación de lubricante, etc. así como la supervisión técnica de la seguridad y la eventual supervisión del estado de los sistemas (diagnosis).

Se conoce que una instalación de energía eólica puede presentar dos ordenadores de control, que están configurados de manera habitual en una disposición maestro / subordinado. El primer ordenador de control (maestro) es competente, por ejemplo, para la guía del funcionamiento de orden superior y para la adaptación de la instalación a la red eléctrica pública, en particular la adaptación de la energía eléctrica generada a los parámetros de alimentación predeterminados de la red pública. El segundo ordenador de control (subordinado) asume la detección y evaluación de los datos de los sensores y el control y regulación de la instalación con respecto a los procesos de funcionamiento de corta duración.

De acuerdo con la invención, ambos ordenadores pueden estar configurados de tal manera que en el caso de fallo de un ordenador, el otro ordenador puede asumir su función. En este caso, los ordenadores pueden estar configurados también sobredimensionados, para que el ordenador remanente pueda asumir completamente la función en el caso de un fallo. Pero por razones de costes se ofrece realizar el sobredimensionado de los ordenadores lo más reducido posible, para que e garantice esencialmente el mantenimiento de la generación de corriente, aunque esto presenta el inconveniente de que el ordenador remanente ya no puede satisfacer determinadas situaciones de funcionamiento, por ejemplo medidas de optimización con relación a la generación de potencia o la corrección de fenómenos extremos del medio ambiente (ráfagas de viento extremas, eventos extremos de la red, como por ejemplo interrupciones de la tensión o de la frecuencia).

Pero también existe la posibilidad de que el módulo paralelo no ejecute la función durante el funcionamiento normal de la instalación, sino que esté incorporado en la instalación de tal forma que solamente se activa en caso de fallo del módulo funcional y asume la función del módulo funcional averiado y de esta manera se mantiene, al menos parcialmente, la generación de potencia.

Así, por ejemplo, los componentes de detección, que miden las influencias exteriores como velocidad del viento, temperatura, etc., pueden estar agrupados en un módulo funcional "Sensórica". De manera correspondiente, a tal fin podría estar previsto también un módulo paralelo, que comprende los mismos componentes sensores. Si falle el módulo funcional "sensórica" por cualquier motivo, entonces se activa el módulo paralelo "Sensórica" y asume su cometido.

En una configuración ventajosa de la invención, el módulo paralelo puede estar configurado también de tal manera que en el caso de fallo del módulo funcional puede asumir totalmente su función. Esta configuración ofrece la ventaja de que el módulo paralelo funcional, por decirlo así, como módulo de sustitución, de manera que en el caso de fallo del módulo funcional, se puede mantener totalmente la generación de potencia eléctrica y no se producen pérdidas económicas.

En otra configuración ventajosa de la invención puede estar previsto que la instalación de energía eólica presente al menos dos módulos funcionales, que realizan las misma so similares funciones, así como al menos un módulo paralelo, de manera que el módulo paralelo, en al caso de fallo de un módulo funcional, asume con preferencia totalmente su función.

La previsión de al menos dos módulos funcionales, que ejecutan en común una función en conexión con la generación de potencia eléctrica, ofrece la ventaja de que el módulo paralelo, debe estar dimensionado de la misma manera sólo de la mitad del tamaño, para que en el caso de fallo de un componente se pueda garantizar que se mantiene totalmente la generación de potencia. Una elevación del número de los módulos funcionales reduce el tamaño del módulo paralelo necesario en una medida correspondiente. De acuerdo con la probabilidad de fallo y los costes del módulo funcional correspondiente se puede determinar individualmente la configuración económicamente óptima.

Pero existe también la posibilidad de dimensionar, por ejemplo, el módulo paralelo, de acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención más pequeño y, por lo tanto, más favorable, de manera que asume solo parcialmente el cometido del módulo funcional. Esta posibilidad de configuración ofrece la ventaja de que e puede mantener, al menos parcialmente, la generación de potencia eléctrica de una manera económica.

Con la redundancia sencilla precedente del sistema de control existe la dificultad de diagnosticar el módulo defectuoso en el caso de una desviación entre los resultados de dos módulos. Por lo tanto, es ventajoso prever la realización triple especialmente de elementos propensos a averías. Esto posibilita entonces, de acuerdo con el principio de la decisión por mayoría, la diagnosis fiable de módulos averiados o defectuosos, con tal que solamente uno de los tres falle. Pero en el caso de fallo de dos módulos se puede realizar de la misma manera la diagnosis a

través de un programa de control (sistema experto) ajustado para la verificación de la factibilidad.

De acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, una unidad de sistema eléctrico puede comprender una instalación de control para la optimización de la generación de corriente eléctrica, presentando la instalación de control al menos un ordenador de guía del funcionamiento.

- 5 Adicionalmente, la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención puede presentar, de acuerdo con otra configuración ventajosa, al menos un módulo de alimentación, que suministra energía eléctrica a la instalación de control, estando configurado el módulo de alimentación, de acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, de tal manera que es independiente de la red eléctrica pública.

- 10 Con preferencia, al menos dos módulos de alimentación para la instalación de control están configurados de manera independiente de la red, para asegurar de esta manera también en el caso de fallo de la red la alimentación del control. Una forma de realización redundante de la alimentación del control de manera independiente de la red es especialmente importante en una instalación de energía eólica porque en el caso de fallo del control se realiza un frenado de emergencia, que solicita fuertemente a todos los componentes de la instalación y conduce a un desgaste alto.

- 15 De manera especialmente ventajosa está previsto realizar la alimentación redundante con diferentes principios de actuación física. Los sistemas asistidos con batería habituales, empleados con frecuencia en el estado de la técnica (llamados también USV o UPS) presentan en la práctica el inconveniente de ser muy propensos a averías especialmente a bajas temperaturas. La combinación de al menos dos alimentaciones con diferente modo de funcionamiento es, por lo tanto, expresamente un componente de la presente invención. Las combinaciones de un
20 acumulador de batería económico con al acumulador de condensador (UltraCaps) muy fiable, pero caro son especialmente adecuadas. Para posibilitar la alimentación de la unidad de control durante un periodo de tiempo más prolongado en el caso de fallo de la red, se ofrece la combinación con una célula solar o con una rueda eólica pequeña o la combinación de ambas para conseguir una seguridad de almacenamiento especialmente alta. La célula solar y la rueda eólica pequeña pueden estar colocadas de manera ventajosa en la parte superior sobre la
25 góndola de la máquina, debajo del rotor lateralmente en la torre o en el caso de instalaciones de energía eólica cerca de la costa en una plataforma que se encuentra en la torre. La orientación se puede realizar hacia el lado del sol y/o hacia barlovento de la dirección principal del viento, para garantizar la seguridad máxima de suministro.

- De acuerdo con otra configuración ventajosa, puede estar prevista al menos otra instalación de control, en la que la primera instalación de control se puede emplear como módulo funcional y la segunda instalación de control se puede
30 emplear como módulo paralelo. Esta configuración ofrece la ventaja de que también en el caso de un fallo completo o parcial de la instalación de control, se puede mantener siempre la generación de potencia.

- En otra configuración ventajosa de la invención puede estar previsto que para al menos uno de los componentes electrónicos, eléctricos y/o electromecánicos está previsto al menos un componente de sustitución, estando los
35 componentes y los componentes de sustitución conectados entre sí de tal manera que en el caso de una avería de funcionamiento en un componente, el componente de sustitución asume su cometido.

Se conoce prever un componente de sustitución para componentes sensores como por ejemplo el anemómetro para la medición de la velocidad del viento. Pero esto se realiza hasta ahora solamente para componentes sensores, cuya indicación errónea representa un riesgo considerable para la seguridad para todas las zonas parciales o esenciales de la instalación.

- 40 La previsión de componentes de sustitución ofrece la ventaja de que también en el caso de fallo de un componente, se puede garantizar un funcionamiento continuo de la instalación de energía eólica.

- En este caso, no es necesario prever un componente de sustitución para cada componente. Es ventosa una selección previa inteligente de los componentes para los que sería conveniente la previsión de un componente de sustitución. Esta selección previa puede referirse, por ejemplo, a componentes, cuyo fallo conduciría a una parada
45 inmediata de la instalación. Pero también se puede referir a componentes, en los que se conoce por experiencia con instalaciones de energía eólica que están expuestos a cargas especiales. También se ofrece prever componentes duplicados, cuyo comportamiento de fallo se conoce en general.

En otra forma de realización de la invención, la instalación de energía eólica está configurada de tal forma que se puede mantener a distancia a través de un sistema de supervisión remota.

- 50 Adicionalmente, el sistema de supervisión remota puede estar configurado de tal forma que puede acceder a la instalación de control de la instalación de energía eólica.

La instalación de control de una instalación de energía eólica moderna está configurada, en general, de tal manera que se pueden fijar sus parámetros a través de los llamados parámetros de control, es decir, que se puede ajustar,

por ejemplo, al tipo de instalación especial o a las particularidades individuales del lugar de emplazamiento.

Además, se agregan a la instalación de control los parámetros del entorno y los parámetros de la instalación, de manera que en los parámetros del entorno se trata de parámetros que se refieren al entorno de la instalación, como por ejemplo temperatura del aire, presión del aire y velocidad del viento. Los parámetros del entorno se miden, en general, por los sensores de la instalación y los valores medidos son comunicados a la instalación de control. Parámetros especiales, como por ejemplo los requerimientos actuales de los operadores de la red pueden ser comunicados al control de la instalación, pero también externamente, por ejemplo a través de líneas de datos.

Los parámetros de la instalación son parámetros que se refieren a la instalación, cuyos parámetros son medidos, en general, durante el funcionamiento en la instalación y son comunicados a la instalación de control. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de la potencia eléctrica, el número de revoluciones del rotor, el número de revoluciones del generador, el ángulo de ajuste de las palas, la temperatura de la instalación y de determinados componentes, módulos o unidades del sistema, presiones hidráulicas, la medición de corrientes o tensiones eléctricas, etc.

La posibilidad de mantenimiento a distancia de una instalación de energía eólica a través de un sistema de supervisión remota ofrece, por una parte, la ventaja de que el funcionamiento de la instalación puede ser verificado a distancia. Por ejemplo, el operador de la instalación puede consultar a través del sistema de supervisión remota los resultados de la generación de potencia. Pero existe también la posibilidad de que a través del sistema de supervisión remota sea indicada una avería de funcionamiento en la instalación, pudiendo estar configurado el sistema de supervisión remota, en una configuración ventajosa de la invención, por ejemplo, de tal forma que un experto realiza un diagnóstico completo de errores a través del sistema de supervisión remota, para identificar el motivo de la avería de funcionamiento.

El acceso del sistema de supervisión remota a la instalación de control ofrece, además, la ventaja de que a la instalación de control se pueden alimentar parámetros modificados de control, del entorno y de la instalación. Pero de esta manera se crea también la posibilidad de transmitir y activar un nuevo software de funcionamiento a través del sistema de supervisión remota sobre el ordenador de guía de funcionamiento de la instalación de control.

En virtud de la capacidad de mantenimiento remoto a través del sistema de supervisión remota se crea, además, la posibilidad de que después de que se ha diagnosticado un error en la instalación, se pueda realizar una subsanación del error a través del sistema de supervisión remota, de manera que se mantiene el funcionamiento de la instalación.

Además, el sistema de supervisión remota, cuando la instalación de energía eólica pertenece a un parque eólico, que está constituido por varias instalaciones de energía eólica, forma parte del control del parque o está acoplada con ésta. Con frecuencia se alimenta la potencia total generada a través de las instalaciones de energía eólica de un parque eólico conjuntamente a la red eléctrica. Para adaptar la potencia total de las instalaciones a los requerimientos de la red, a través de esta configuración el control del parque puede acceder a la instalación a través del sistema de supervisión remota y modificar de manera correspondiente la potencia de la instalación.

Como se ha indicado anteriormente, de acuerdo con la invención está previsto que las instalación de control de la instalación de energía eólica realice una guía del funcionamiento por medio de parámetros del entorno y de la instalación.

En general, la guía de funcionamiento de una instalación de energía eólica está diseñada de tal forma que la instalación es accionada en límites de intervalos admisibles de los parámetros del entorno y de las instalaciones, siendo definidos estos límites de intervalos por medio de parámetros de diseño, pudiendo ser los parámetros de diseño especialmente parámetros de control especiales. Por ejemplo, a través de los parámetros de diseño se puede predeterminar que la instalación debe funcionar en un intervalo determinado de la temperatura de la instalación y que en el caso de que se exceda este intervalo de temperatura, se reduzca por ejemplo la potencia del generador, para bajar la temperatura de la instalación.

Además, a través de los parámetros de diseño se puede establecer que la instalación de energía eólica, en el caso de temperaturas exteriores muy bajas, deba ponerse en marcha de tal forma que la instalación sea acelerada muy lentamente, en el caso extremo durante varias horas, para posibilitar de esta manera un calentamiento uniforme de todos los componentes, antes de que la instalación sea accionada a plena carga.

En otro ejemplo, a través de los parámetros de diseño se puede establecer que en el caso de condiciones muy turbulentas del viento (ráfagas), se reduzca el número nominal de revoluciones de la instalación de energía eólica para evitar de esta manera que la instalación pase a una zona de números de revoluciones inadmisiblemente altos a través de una ráfaga fuerte del viento.

Los parámetros de diseño pueden estar depositados, por ejemplo, en el funcionamiento normal como parámetros de diseño estándar en el ordenador de guía del funcionamiento de la instalación de control, o se calculan con la ayuda de otros datos presentes en el control por el ordenador de guía del funcionamiento.

5 En el caso de una avería de funcionamiento, el ordenador de guía del funcionamiento puede acceder, en una configuración ventajosa de la invención, a parámetros temporales de diseño. Estos parámetros temporales de diseño pueden estar depositados en el ordenador de guía del funcionamiento para determinados casos de la avería funcional, por ejemplo fallo de un módulo funcional. Pero, por ejemplo, existe también la posibilidad de que el ordenador de guía del funcionamiento solamente genere o bien calcule los parámetros temporales de diseño en el caso de una avería de funcionamiento de acuerdo con el caso de avería, dado el caso por medio de datos alimentados al ordenador de guía del funcionamiento, que son introducidos, por ejemplo, manualmente.

10 A través de los parámetros temporales de diseño, el ordenador de guía del funcionamiento define límites de intervalos temporales, adaptados a la guía del funcionamiento, para parámetros admisibles del entorno y de la instalación, que posibilitan un mantenimiento de la generación de potencia eléctrica.

15 Así, por ejemplo, en el caso de una avería de funcionamiento, en uno del total de cuatro módulos funcionales conectados en paralelo en la zona del convertidor, se puede mantener la potencia nominal cuando se prescinde de un requerimiento deseable, pero no absolutamente necesario del operador de la red (por ejemplo la compensación cos phi) y/o la temperatura exterior admisible está por debajo de un valor límite (por ejemplo, 15°C, para refrigerar el convertidor de una manera especialmente efectiva) y/o se limita el intervalo del número de revoluciones del generador (por ejemplo, $\pm 10\%$ del intervalo del número de revoluciones en lugar de $\pm 30\%$ en el funcionamiento normal (para limitar la adaptación necesaria de la frecuencia a través del convertidor).

20 La posibilidad de configuración descrita anteriormente de la invención ofrece la ventaja de que a pesar de la aparición de una avería de funcionamiento, a través de modificación correspondiente de los límites de los intervalos de los parámetros del entorno y de los parámetros de la instalación se consigue una generación de potencia eléctrica, que corresponde con preferencia a la generación de potencia del funcionamiento normal de la instalación.

25 En este caso es posible que la modificación de los límites del intervalo solamente sea posible de forma limitada en el tiempo, por ejemplo porque a través de una carga mecánica o térmica más elevada se acorta la duración de vida de un componente a través de funcionamiento de más larga duración. La invención prevé que tales limitaciones de tiempo se puedan mantener en los parámetros temporales de diseño, y el control desconecte la instalación en el caso de que se exceda el valor límite o se reduzca la potencia de la instalación.

En otra forma de realización, el ordenador de guía del funcionamiento puede estar programado de tal forma que acceda a los parámetros temporales de diseño hasta que se restablezca un funcionamiento normal de la instalación.

30 Las configuraciones descritas anteriormente posibilitan un funcionamiento continuo de una instalación de energía eólica, siendo conseguido esto esencialmente a través de una realización redundante de los componentes, módulos o unidades del sistema eléctrico.

35 Puesto que en el sistema eléctrico, en particular a través de instalaciones de supervisión y de control, que representan componentes, módulos y unidades del sistema, la realización redundante de componentes, módulos y unidades del sistema requiere un gasto en líneas de conexión e instalaciones de conmutación que se incrementa con su número en una medida sobreproporcional. Además, en sistemas eléctricos existe el problema de que, por ejemplo, un cortocircuito eléctrico en un componente conduzca a través de las líneas de conexión a datos consecutivos en otros componentes.

40 Por lo tanto, en una configuración ventajosa de la invención, la conexión entre al menos dos de los componentes y/o módulos y/o unidades del sistema realizados redundantes se puede realizar exclusivamente o parcialmente por medio de al menos un sistema de bus. En una forma de realización especialmente ventajosa, a través de la selección correspondiente del medio de transmisión físico (por ejemplo, óptimamente con guías de ondas de luz), los componentes conectados están desacoplados adicionalmente por medios galvánicos. En una configuración especialmente ventajosa, también las líneas de conexión del sistema de bus pueden estar diseñadas redundantes.

45 Un sistema de bus está constituido por usuarios del bus (por ejemplo, actuadores del bus, sensores del bus, ordenadores de guía del funcionamiento), por un medio de transmisión (por ejemplo, cables del bus o comunicaciones sin hilos) así como por un software especial, que está instalado en uno de los usuarios del bus, en general, en el ordenador de guía del funcionamiento. Los usuarios del bus poseen grupos de construcción especiales de conexión del bus, que llevan a cabo el acoplamiento con el bus y aseguran la comunicación sin fricción en el bus. Los grupos de construcción de conexión del bus están constituidos por un procesador (controlador), un software así como una unidad de acoplamiento llamada "transceptor", que lleva a cabo la conversión de las señales sobre el medio de transporte. Los sensores del bus son los componentes sensores de la instalación de energía eólica, que se emplean, entre otras cosas, para la supervisión de componentes, mientras que los actuadores del bus representan los componentes y módulos funcionales, a través de los cuales se pueden ejecutar instrucciones. El medio de transporte se puede realizar en este caso de manera convencional como cables de alambre, o a través de fibras ópticas. La realización óptica ofrece en el empleo en una instalación de energía eólica la ventaja de la resistencia EMV (compatibilidad electromagnética) y la seguridad de protección contra rayos, puesto que las líneas de señales deben tenderse con frecuencia sobre trayectos grandes en la proximidad inmediata

de cables de potencia.

La forma de realización de acuerdo con la invención del sistema de bus se extiende sobre cualquier tipo de sistemas de bus, como por ejemplo Bus CAN, en particular Bus CANopen, Ethernet, Profibus DP/FMS, Interbus, TTP, Flexray.

5 De manera ventajosa, el sistema de bus sirve tanto para la transmisión de todas las señales necesarias para el control y la guía de funcionamiento como también para la supervisión y activación de la forma de realización redundante de acuerdo con la invención. Pero es evidente que la invención comprende también formas de realización, en las que la transmisión de señales para el control y la guía de funcionamiento están totalmente separadas de la transmisión de señales para la supervisión y activación de módulos redundantes.

10 La configuración ventajosa de la invención ofrece, por lo tanto, la posibilidad de que especialmente a través de un ordenador de guía del funcionamiento programable de forma correspondiente se detecta el defecto de un componente / módulo / unidad del sistema por medio del sistema de bus y a continuación se activa el componente de sustitución sin conmutación de las líneas de conexión para la transmisión de señales, de manera que se mantiene el funcionamiento de la instalación. Pero sería ventajosa prever también a tal fin una instalación de supervisión adicional.

15 No obstante, de acuerdo con el tipo del componente / módulo / unidad del sistema puede ser necesario conectar líneas de comunicaciones adicionales para la transmisión del flujo de potencia.

20 Con preferencia, a tal fin se realiza el sistema de bus en una estructura del tipo de red, de manera que todos los módulos funcionales esenciales se pueden comunicar entre sí también en el caso de fallo de vías de comunicación individuales. Cada módulo funcional esencial debe realizarse entonces como usuario del bus, pero los sobrecostes que se ocasionan de esta manera son compensados a través de la fiabilidad elevada de la generación de potencia.

25 Un desarrollo ventajoso de la invención prevé emplear, además del ordenador de guía del funcionamiento, otros usuarios inteligentes del bus. Esto se puede realizar o bien a través de lugares de enlace inteligentes adicionales, o a través de módulos funcionales conectados en el sistema de bus, que son provistos con microprocesadores "inteligentes". Estos usuarios del bus llamados, en general, módulos funcionales inteligentes del bus, son programados de tal manera que cumplen cometidos individuales. Así, por ejemplo, la supervisión automática de una parte del sistema de bus y de los componentes conectados es asumida por el módulo funcional inteligente del bus y en el caso de fallos se inician medidas para la conmutación a módulos paralelos (sistema de bus inteligente).

30 Se consigue una fiabilidad especial, por ejemplo, a través del empleo de un sistema de bus tolerante de fallos que lleva a cabo, en el caso de un fallo en un usuario del bus o de la interrupción de una línea de comunicaciones una reconfiguración de toda la red y de esta manera impide el fallo de la función del sistema de bus completo.

35 El empleo de un sistema de bus inteligente ofrece, por lo tanto, por una parte, la ventaja de que se pueden reconocer y subsanar errores de forma automática, sin que para ello sean necesarias capacidades del ordenador de control, por otra parte en el caso de un fallo en un sistema de bus inteligente con varios lugares de distribución inteligentes, solamente debe desconectarse una parte claramente menor del sistema de bus que en un sistema que solamente contiene un módulo funcional de bus inteligente (en general, el ordenador de guía del funcionamiento).

40 En otra configuración ventajosa de la invención, la al menos una pala del rotor puede estar dispuesta en el rotor de tal manera que su posición angular se puede ajustar con relación al rotor. Esta configuración ofrece la ventaja de que se puede regular un consumo de energía del rotor a partir del viento a través de la modificación de la posición angular, de manera que la generación de potencia eléctrica se puede mantener también en el caso de viento fuerte, sin que la instalación se cargue en una medida excesiva. Además, a través de la regulación del ángulo de las palas del rotor se puede regular la generación de potencia de tal manera que corresponda a los requerimientos de la red eléctrica.

45 En una configuración especialmente ventajosa de la invención, la instalación de energía eólica puede estar configurada de tal forma que el sistema eléctrico comprende como otra unidad del sistema un sistema de regulación de las palas, a través del cual se regula la posición angular de la o de las palas del rotor.

50 Otra configuración ventajosa de la invención prevé que la instalación para el acoplamiento del generador en la red eléctrica esté configurada de tal manera que el generador puede ser accionado con al menos dos números de revoluciones diferentes en la re, estando configurada la instalación en una configuración especialmente ventajosa de la invención de tal manera que el generador puede ser accionado en un intervalo variable de números de revoluciones.

En este caso, se piensa tanto en instalaciones de acoplamiento para generadores de polos conmutables como también en instalaciones de acoplamiento, que presentan por medio de componentes electromecánicos, eléctricos o electrónicos, un intervalo de números de revoluciones limitado por un límite superior y por un límite inferior del número de revoluciones, de manera que el límite inferior el número de revoluciones puede ser también 0 rpm, entre

los cuales se puede variar el número de revoluciones del generador.

Además, una forma de realización ventajosa de la invención prevé un sistema convertidor en el que la adaptación de la corriente eléctrica generada por el generador a las particularidades de la red eléctrica se puede realizar a través de varios conmutadores, por ejemplo tiristores, GTO's, IGCT's o IGBT's.

5 En este caso, los conmutadores activos pueden ser activados de acuerdo con otras posibilidades de configuración ventajosa de la invención a través de una instalación de control del convertidor dispuesta en el sistema convertidor, que está acoplado, por ejemplo, con la instalación de control.

10 De acuerdo con otra configuración de acuerdo con la invención, un módulo funcional puede estar configurado de tal manera que comprende al menos los conmutadores activos o bien una parte de los conmutadores activos del sistema convertidor. Pero también existe la posibilidad de prever varios módulos funcionales, que comprenden conmutadores activos de acuerdo con sus cometidos de conmutación.

Una forma de realización especialmente preferida de la invención prevé el empleo de un generador de corriente alterna. Estos generadores se caracterizan por una alta fiabilidad así como por rentabilidad especial.

15 Un sistema convertidor, que acopla un generador de este tipo en la red eléctrica, puede estar configurado, de acuerdo con otro ejemplo de configuración, de tal manera que presenta un inversor en el lado de la máquina (igualador de diodos o inversor con conmutadores activos), que está acoplado con el generador y convierte una corriente alterna, al menos parcialmente, en una corriente continua o una tensión continua. Además, el sistema convertidor puede presentar un circuito intermedio de corriente continua o bien un circuito intermedio de tensión continua, que conecta un inversor del lado de la máquina con un inversor del lado de la red. En este caso, el inversor
20 del lado de la red está acoplado con la red y tiene el cometido de convertir la corriente continua generada o la tensión continua generada a través del inversor del lado de la máquina en una potencia eléctrica adaptada a la red eléctrica. Además, en el sistema convertidor pueden estar previstas instalaciones de protección electromecánicas para la protección de la instalación así como filtros, que limitan la pendiente de la tensión, por ejemplo, en el lado de la máquina y mejoran la calidad de la red en el lado de la red.

25 En este caso es especialmente ventajoso realizar el inversor del lado de la máquina con conmutadores activos, porque de esta manera se posibilita un flujo de potencia en el sistema convertidor en ambas direcciones y se puede generar una potencia ciega. De esta manera es posible influir sobre la generación del generador y la generación de la potencia ciega, lo que posibilita un diseño especialmente económico del generador.

30 En una configuración especialmente preferida de la invención, un módulo funcional puede estar configurado de tal forma que comprende al menos el inversor del lado de la máquina, la corriente continua o bien el circuito intermedio de la tensión continua así como el inversor del lado de la red. Pero en el módulo funcional pueden estar alojados también otros componentes, como por ejemplo las instalaciones de protección electrotécnicas o los filtros.

35 Esta disposición es muy ventajosa porque se pueden interconectar de manera sencilla sistemas convertidores existentes para formar sistemas de potencia muy grande, con lo que especialmente en el caso del crecimiento rápido del tamaño de las instalaciones de energía eólica se acortarían los tiempos de desarrollo.

40 Una configuración muy ventajosa de la invención prevé ahora prever para las formas de realización mencionadas de los módulos funcionales del sistema convertidor al menos un módulo paralelo, estando conectados el módulo funcional y el módulo paralelo a través de conexiones separables directa o indirectamente con el generador así como directa o indirectamente (por ejemplo a través de una unidad de transformador intercalada) con la red eléctrica.

45 Esta forma de realización especialmente ventajosa de la invención se basa en el reconocimiento de que los conmutadores activos de un sistema convertidor son componentes especialmente propensos de interferencias. En virtud de su pluralidad, la conexión de acuerdo con la invención de los conmutadores activos a través de módulos funcionales en el sistema eléctrico ofrece una posibilidad sencilla y efectiva para aislar, en el caso de un daño, el módulo averiado a través de la apertura de las conexiones separables, y de esta manera mantener totalmente o al menos en una medida limitada la generación de potencia con la ayuda de los módulos funcionales y paralelos remanentes aptos para el funcionamiento.

50 El aislamiento con preferencia completo del módulo funcional averiado es importante, por lo tanto, porque de lo contrario existe el problema de que, por ejemplo, a través de un cortocircuito en el módulo funcional averiado se dañen módulos adyacentes.

Una forma de configuración ventajosa de la invención prevé que las conexiones separables sean realizadas a través de elementos de conmutación-. Esta configuración ofrece, entre otras, la ventaja de que la apertura de la conexión separable pueda ser realizada también por personal menos cualificado, por ejemplo manualmente, puesto que no son necesarios conocimientos previos electrotécnicos especiales, con tal que los elementos de conmutación estén

identificados de una manera unívoca.

Especialmente ventajosa, en particular para instalaciones planificadas cerca de la costa, un desarrollo de la invención, en el que los elementos de conmutación son conmutables por medio del sistema de supervisión remota. En este caso, en general, no es necesario ningún técnico en el lugar para poder mantener, al menos parcialmente, la generación de potencia después de una avería de funcionamiento de un módulo funcional.

En otras configuraciones ventajosas, los elementos de conmutación pueden ser activados también de forma automática, por ejemplo a través de la instalación de control y/o de la supervisión remota.

Otra configuración muy ventajosa de la invención prevé que al menos una conexión separable presente dos elementos de conmutación conectados en serie, uno de los cuales es un conmutador de potencia y el otro es un relé o un conmutador activo (por ejemplo, un tiristor). Antecedente de la invención es el reconocimiento de que un conmutador de potencia ejerce, adicionalmente a la función de conmutación deseada, también todavía una función de seguridad, puesto que se dispara a través de sobrecarga en el caso de una corriente límite. Por otra parte, un conmutador de potencia solamente es adecuado para un número muy limitado de ciclos de conmutación, de manera que los ciclos de conmutación frecuencias son asumidos por el relé que está conectado en serie que, por su parte, sin embargo, no ofrece ninguna función de seguridad. De este modo se crea de una maneja sencilla y efectiva una disposición de módulo funcional y módulo paralelo con función similar, en la que en el caso de una avería de funcionamiento de uno de los módulos, el otro módulo asume casi totalmente la función.

Otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se publican en parte, a través de la siguiente descripción y son evidentes claramente, en parte, a través de la descripción o se deducen en la aplicación práctica de la invención. A continuación se describe con detalle suficiente una forma de realización de la invención. Se entiende que se pueden utilizar otras formas de realización y que se pueden realizar modificaciones, sin abandonar el alcance de la invención. La descripción detallada siguiente no debe considerarse, por lo tanto, en un sentido limitado, y el campo de la presente invención se define mejor a través de las reivindicaciones anexas.

A continuación se explica la siguiente invención con la ayuda de un ejemplo de realización. En este caso:

La figura 1 muestra un sistema eléctrico de acuerdo con la invención de una instalación de energía eólica.

La figura 2 muestra una instalación de control redundante de acuerdo con la invención de una instalación de energía eólica.

La figura 1 muestra un rotor 100 con palas de rotor 101 regulables en el ángulo de una instalación de energía eólica, que se puede desplazar a través del viento en un movimiento giratorio. El rotor 100 está conectado a través de un engranaje 105 con un generador 110 y genera a través del movimiento giratorio del rotor una potencia eléctrica.

El generador 110 presenta un rotor de generador 115 y un estator de generador 120, de manera que el estator de generador 120 está acoplado a través de un transformador 136 con una red eléctrica 125. Entre el estator del generador 120 y la red eléctrica 125 está dispuesto un elemento de conmutación 130 (por ejemplo, un relé o un conmutador activo como IGBT o conmutador de tiristores o similar) y un conmutador de potencia 131 o similar en serie, que conectan, en el estado cerrado, el generador 110 con la red eléctrica 125. En caso necesario, por ejemplo cuando el operador de la red eléctrica 125 lo requiere, a través de la apertura de los conmutadores se pueden desacoplar el generador 110 de la red eléctrica 125.

Para la supervisión de la potencia eléctrica generada entre el generador 110 y la red eléctrica 125 está dispuesta, además, una instalación para la medición de la tensión eléctrica 135 así como una instalación para la medición de la corriente eléctrica 140.

El rotor del generador 120 está acoplado con un sistema eléctrico 200. El sistema eléctrico 200 representado comprende las siguientes unidades del sistema eléctrico: una instalación de control 210, un sistema de regulación de las palas 220 así como un sistema convertidor 230.

A través de la instalación de control 210 se lleva a cabo una regulación así como la guía del funcionamiento de la instalación de energía eólica. Por lo tanto, la instalación de control 210 está acoplada con las otras unidades del sistema eléctrico 200 y puede regular y controlar su modo de funcionamiento de esta manera para conseguir una generación de potencia eléctrica, que cumple adicionalmente los requerimientos de la red del operador de una red eléctrica 125. A la instalación de control 210 son alimentados todos los parámetros esenciales, como por ejemplo parámetros del entorno y parámetros de la instalación, En los parámetros del entorno se puede tratar, por ejemplo, de datos de medición que se refieren al entorno de la instalación, como por ejemplo la presión del aire, la temperatura del aire o la velocidad del viento, que son medidas por medio de sensores 240. En los parámetros de la instalación se trata de magnitudes de medición, que se refieren al funcionamiento de la instalación, que pueden ser detectados, entre otros, a través de instalaciones de medición, como por ejemplo, la instalación para la medición de

la tensión eléctrica 135 y la instalación para la medición de la corriente eléctrica 140.

5 En el ejemplo de realización representado, la instalación de control 210 está acoplada con un sistema de supervisión remota, en el que el sistema de supervisión remota puede estar dispuesto en un lugar discrecional. Con sistema de supervisión remota se puede entender un sistema de supervisión independiente del lugar y/o una instalación para el control del parque.

Además de las unidades del sistema 220, 230 representadas, la instalación de control 210 controla normalmente también una pluralidad de sistemas auxiliares como, por ejemplo, el seguimiento del viento, los sistemas de refrigeración y el suministro de aceite, etc., que no se representan, sin embargo, por razones de claridad.

10 A través del sistema de regulación de las palas 220 se puede regular el ajuste del ángulo de las palas del rotor 101 con relación al rotor 100. La regulación de la posición angular de las palas del rotor se realiza a través de la instalación de control 210, que accede al sistema de regulación de las palas. A través de la regulación angular se puede ajustar, entre otras cosas, una generación de potencia óptima de la instalación de energía eólica. Pero, además, se puede conseguir también una desconexión de la instalación, siendo giradas las palas del rotor a la llamada posición de bandera. Con posición de bandera se designa, en general, la rotación de las palas del rotor 101 hacia fuera del viento, de manera que, como en una bandera, se dobla hacia el viento solamente una superficie de ataque mínima.

En el ejemplo de realización representado, la regulación de la potencia generada a través del generador se realiza a una potencia que corresponde a los requerimientos de la red del operador de una red eléctrica a través de un llamado generador asíncrono "de doble alimentación".

20 En este caso, una gran parte de la potencia generada se toma a través del estator del generador 120. Una parte más pequeña de la potencia generada es conducida a través del rotor del generador 115 a un sistema convertidor 230 y entonces es alimentada junto con la potencia del estator a la red eléctrica 125. La potencia "derivada" a través del rotor del generador 115 se convierte a través del sistema convertidor 230 de tal forma que la potencia alimentada a la red corresponde a los requerimientos de la red.

25 Los sistemas convertidores conocidos para el funcionamiento de doble alimentación de una instalación de energía eólica presentan, en general, un inversor del lado de la máquina, que está acoplado con el rotor del generador, así como un inversor del lado de la red, que está acoplado con la red eléctrica. De acuerdo con la forma de funcionamiento, el inversor del lado de la máquina y el inversor del lado de la red están conectados a través de un circuito intermedio de tensión continua o un circuito intermedio de corriente continua. Además, los sistemas inversores conocidos presentan instalaciones de protección en el lado de la máquina y en el lado de la red.

30 El sistema convertidor 230 representado muestra una forma de realización ventajosa de un sistema convertidor de acuerdo con la invención.

35 En el sistema convertidor 230 representado está previsto desarrollar un sistema convertidor conocido, de manera que las partes conocidas descritas anteriormente son reunidas en un módulo funcional 250. El módulo funcional 250 comprende los siguientes componentes: una instalación de protección 251 en el lado de la máquina (por ejemplo, Crowbar, protección contra rayos y/o protección contra sobretensión), una instalación de medición de la corriente 252, un filtro 253 en el lado de la máquina así como un inversor 254 en el lado de la máquina. Además, el módulo funcional 250 comprende los componentes: inversor 255 en el lado de la red, variador de frecuencia 260, instalación de medición de la corriente 256 en el lado de la red, filtro 257 en el lado de la red e instalación de protección 258 en el lado de la red, estando conectados el inversor del lado de la máquina y el inversor del lado de la red a través de un circuito intermedio de tensión continua 259.

40 El sistema convertidor está configurado con ventaja de tal forma que para el módulo funcional está previsto un segundo módulo funcional, estando ambos dimensionados de tal forma que pueden convertir la potencia cedida a través del rotor del generador 115 a partes iguales. Esta realización ofrece la ventaja de que en el caso de fallo de un módulo funcional, la potencia del motor se puede seguir convirtiendo, al menos parcialmente, en adelante y de esta manera la instalación está en adelante preparada para el funcionamiento, aunque de una manera limitada también con respecto a la potencia máxima.

En otra forma de realización ventajosa, el sistema convertidor representado 230 presenta un módulo paralelo 270, que está configurado en el ejemplo idéntico a los módulos funcionales 250 y 250'.

50 El módulo paralelo 270 está incorporado en el sistema convertidor 230 de tal manera que en el caso de fallo de un módulo funcional 250, 250', puede asumir su función. De este modo, se asegura también en el caso de fallo de un módulo funcional 250, 250' que se pueda mantener totalmente la generación de potencia.

Los módulos funcionales 250 y 250' se pueden separar del sistema eléctrico 200 a través de conmutadores 261, 261' del lado de la máquina como también a través de los conmutadores 262, 262' del lado de la red. Lo mismo se

aplica para el módulo paralelo 270, que se puede separar del sistema eléctrico a través del conmutador 271 del lado de la máquina así como del conmutador 272 del lado de la red.

5 En el funcionamiento normal, a través del cierre de los conmutadores 261, 261', 262, 262' se convierte la potencia del rotor a través de los módulos funcionales 250 y 250' y el módulo paralelo 270 está aislado del sistema eléctrico 200 a través de los conmutadores 271, 272 abiertos. En el caso de fallo de un módulo funcional 250, 250' se aísla a través de la apertura de los conmutadores correspondientes el módulo funcional defectuoso del sistema eléctrico y se cierran los conmutadores 271, 272 y de esta manera se integra el módulo paralelo 270 en el sistema eléctrico 200, de manera que se convierte la potencia del rotor a través del módulo funcional 250, 250' apto para funcionamiento y el módulo paralelo 270.

10 En los módulos funcionales 250 y 250' así como en el módulo paralelo 270 existe, además, un control del convertidor, a través del cual se realiza el control de los inversores, estado acoplado el control del convertidor de nuevo con la instalación de control 210. En principio, el control del convertidor puede estar integrado también directamente en la instalación de control o puede estar agrupado de forma centralizada en una unidad, que controla todo el convertidor (en lugar de la distribución representada descentralizada en los módulos individuales).

15 En la figura 1 se representan solamente los componentes esenciales para la explicación del ejemplo de realización. Otros componentes esenciales para la estructura y el funcionamiento, como por ejemplo fusibles o la estructura más detallada de los Crowbar no se han representado por razones de claridad. En la figura 2 se representa un ejemplo de realización para el diseño redundante de una instalación de control.

20 La instalación de control 400 redundante representada en la figura 2 comprende dos armarios de distribución 401 y 401'. En los armarios de distribución 401 y 401' está dispuesto, respectivamente, un ordenador de guía del funcionamiento MC y MC' realizados como microcontrolador. Los dos ordenadores de guía del funcionamiento MC y MC' son alimentados con energía eléctrica en cada caso a través de una alimentación V y V'.

25 Además, la instalación de control redundante 400 comprende un módulo funcional "Sensórica" 402, para el que está previsto un módulo paralelo "Sensórica" 402'. En los módulos de "Sensórica" 402, 402' están agrupadas instalaciones, a través de las cuales se pueden detectar datos de medición necesarios para el funcionamiento de la instalación.

30 En el ejemplo de realización representado, en los módulos de Sensórica se encuentran, por ejemplo, una instalación de medición W para la detección de la potencia eléctrica generada, una instalación de medición Hz para la detección de la frecuencia, así como instalaciones de medición °C y v_w para la detección, por ejemplo, de la temperatura del medio ambiente y de la velocidad del viento. De manera habitual, las instalaciones de energía eólica actuales poseen al menos de 50 a 100 sensores diferentes, de manera que aquí se trata de un ejemplo muy simplificado para ilustración. Además, también es concebible agrupar otros componentes sensores diferentes en este módulo funcional o en otro módulo funcional y preverlos de manera correspondiente, pudiendo estar configurados los módulos paralelos de acuerdo con la presente invención, en general, también de tal manera que no realizan las mismas funciones que el módulo funcional, sino solamente funciones similares, con lo que, sin embargo, se puede realizar una función igual, similar o al menos que mantiene el funcionamiento.

35 La instalación de control redundante 400 comprende, además, unas entradas E_1 , E_2 y E_3 dispuestas en el armario de distribución así como las salidas A_1 y A_2 . Las entradas E_1 , E_2 y E_3 están reunidas en el ejemplo de realización representado en un módulo funcional 410, estando conectadas las entradas E_1 y E_2 , respectivamente, con los componentes W y Hz del módulo de Sensórica 402 y estando conectada la entrada E_3 con el componente °C y v_w . En el armario de distribución 401' están dispuestas de manera correspondiente las entradas $E_{1'}$, $E_{2'}$ y $E_{3'}$ y las salidas $A_{1'}$ y $A_{2'}$ y están conectadas con el módulo de Sensórica 402'. Estando reunidas las entradas $E_{1'}$, $E_{2'}$ y $E_{3'}$ para formar un módulo paralelo 410'.

40 Las salidas A_1 y $A_{1'}$ están conectadas, respectivamente, con un control de convertidor 403. El control de convertidor 403 tiene el cometido de controlar el convertidor 404 de tal manera que se genera una potencia eléctrica que, por una parte, regula a través del par de torsión ajustado el número de revoluciones del rotor en el intervalo teórico y, por otra parte, corresponde a los requerimientos de la red eléctrica pública. En cambio, las salidas A_2 y $A_{2'}$ están conectadas con un sistema de regulación de las palas 405, a través del cual se regula la posición angular de las palas del rotor 406 para el ajuste de una potencia eléctrica requerida.

45 En los armarios de distribución 401 y 401', los dos ordenadores de guía del funcionamiento MC y MC' están conectados a través de un sistema de bus, respectivamente, con los módulos funcionales de entrada 410 y 410', las dos alimentaciones V y V' y las salidas A_1 , $A_{1'}$, A_2 y $A_{2'}$.

50 A través del ejemplo de realización descrito para una instalación de control redundante se posibilita que en el caso de fallo de un componente o de un módulo funcional, se pueda activar el componente de sustitución correspondiente o el módulo paralelo correspondiente.

- 5 Si falla, por ejemplo, un componente del modulo funcional de la Sensórica 402 o incluso el módulo completo, entonces el ordenador de guía del funcionamiento MC puede acceder a través de la conmutación de la línea de bus al módulo paralelo de la Sensórica 402'. Si aparece todavía adicionalmente el defecto de que falla la línea de alimentación entre el MC y la salida A₁, entonces el ordenador de guía del funcionamiento MC puede acceder a través de conmutación de la línea de bus a través de la salida A1 al control del convertidor. Lo mismo se aplica cuando, por ejemplo, falla la alimentación V del ordenador de guía del funcionamiento MC. En este caso, existiría entonces, por una parte, la posibilidad de que la alimentación V' asuma la alimentación del ordenador de guía del funcionamiento MC o, en cambio, que se active el ordenador de guía de funcionamiento MC'.
- 10 El sistema de control redundante del presente ejemplo de realización está configurado, por lo tanto, de tal manera que en el caso de un fallo o defecto de un componente o de un módulo funcional existe siempre la posibilidad de conmutar a un modo de sustitución, para mantener de esta manera el funcionamiento de la instalación de energía eólica, eventualmente también en una medida limitada.

REIVINDICACIONES

- 1.- Instalación de energía eólica con un rotor (100) con al menos una pala de rotor (101); que está acoplada directa o indirectamente con un generador (110), para la generación de potencia eléctrica, y con un sistema eléctrico (200), que está constituido por diferentes unidades eléctricas del sistema (210, 220, 230, 400), que presentan componentes electrónicos, eléctricos y/o electromecánicos y/o instalaciones de protección electrotécnicas, en la que las unidades eléctricas del sistema (210, 220, 230, 400) comprenden al menos una instalación para el acoplamiento del generador (230) en una red de corriente eléctrica (125), y todos los componentes de una unidad eléctrica del sistema (210, 220, 230, 400) o determinados componentes de la unidad eléctrica del sistema (210, 220, 230, 400) están agrupados, de acuerdo con sus cometido, en uno o varios módulos funcionales (250, 250', 410), que ejecutan al menos una función en combinación con la generación de potencia eléctrica, en la que para al menos un módulo funcional (250, 250', 410) está previsto al menos un módulo paralelo (270, 410'), que ejecuta o puede ejecutar en el modo normal de la instalación una función igual o similar del módulo funcional (250, 250', 410), y en la que el módulo funcional (250, 250', 410) y el módulo paralelo (270, 410') se conectan o se pueden conectar entre sí de tal manera que en el caso de una avería de funcionamiento, en la que un módulo funcional (250, 250', 410) o un módulo paralelo (270, 410') falla, el módulo funcional o módulo paralelo (250, 250', 270, 410, 410') remanente apto para funcionar mantiene, al menos parcialmente, la generación de potencia eléctrica, caracterizada porque las unidades eléctricas del sistemas comprenden al menos una instalación de control (210, 400) con un ordenador de guía del funcionamiento, que optimiza, entre otras cosas, la generación de potencia eléctrica y se alimentan parámetros del entorno y de las instalaciones a la instalación de control (210) y la instalación de control (210) realiza, por medio de los parámetros del entorno y de la instalación una guía del funcionamiento de la instalación, en la que se definen límites de intervalos admisibles de los parámetros del entorno y de la instalación a través de parámetros de diseño.
- 2.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el módulo paralelo está configurado de tal forma que en el caso de fallo del módulo funcional (250, 250', 410), asume totalmente su función.
- 3.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque presenta al menos dos módulos funcionales (250, 250', 410), que ejecutan funciones iguales o similares, así como al menos un módulo paralelo (270, 410'), que en el caso de fallo de un módulo funcional (250, 250') asume con preferencia totalmente su función.
- 4.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la instalación de control (400) es alimentada con energía eléctrica a través de al menos un módulo de alimentación (V, V').
- 5.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos un módulo de alimentación (V, V') está configurado de tal manera que es independiente de la red eléctrica pública.
- 6.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el sistema eléctrico presenta al menos otra instalación de control, en la que la primera instalación de control está configurada como módulo funcional y la segunda instalación de control está configurada como módulo paralelo.
- 7.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque está previsto al menos un componente de sustitución para al menos uno de los componentes electrónicos, eléctricos y/o electromecánicos, en la que los componentes y los componentes de sustitución están conectados entre sí de tal forma que en el caso de fallo de un componente, el componente de sustitución asume su función.
- 8.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la instalación de energía eólica se puede mantener a distancia a través de un sistema de supervisión remota.
- 9.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el sistema de supervisión remota está configurado de tal forma que puede acceder a la instalación de control (210).
- 10.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el sistema de supervisión remota está configurado de tal manera que el fallo de un módulo funcional (250, 250') se puede diagnosticar a través del sistema de supervisión remota.
- 11.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el sistema de supervisión remota está configurado de tal manera que la eliminación del error se puede realizar a través del sistema de supervisión remota.
- 12.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque los parámetros de diseño en el funcionamiento normal son parámetros de diseño estándar depositados en el ordenador de guía del funcionamiento.
- 13.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el ordenador de guía del

- funcionamiento accede, en el caso de una avería de funcionamiento, a parámetros temporales de diseño, que son depositados en el ordenador de guía del funcionamiento y/o son generados y/o son alimentados al ordenador de guía del funcionamiento, a través de los cuales se definen límites de intervalos temporales adaptados a la guía del funcionamiento para parámetros admisibles del entorno y parámetros admisibles de la instalación, que posibilitan, al menos temporalmente, un mantenimiento de la generación de potencia eléctrica.
- 5
- 14.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los límites de intervalos temporales se pueden introducir a través del sistema de supervisión remota directamente en el ordenador de guía del funcionamiento.
- 10
- 15.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, caracterizada porque el ordenador de guía del funcionamiento accede a parámetros temporales de diseño hasta el restablecimiento del funcionamiento normal de la instalación.
- 16.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos dos componentes / módulos funcionales y/o módulos paralelos (250, 250', 270) / unidades del sistema (210, 220, 230) están conectados entre sí por medio de uniones separables.
- 15
- 17.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos dos componentes / módulos funcionales y/o módulos paralelos (250, 250', 270) / unidades del sistema (210, 220, 230) están conectados entre sí por medio de al menos un sistema de bus, en la que el sistema de bus comprende al menos usuarios del bus, al menos un medio de transmisión así como software.
- 20
- 18.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el sistema de bus está realizado en forma de anillo o como estructura de red.
- 19.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 17 ó 18, caracterizada porque al menos un usuario del bus presenta un microprocesador, que es programable de tal manera que puede supervisar, entre otras cosas, la funcionalidad de al menos un componente, de un módulo funcional o módulo paralelo (250, 250', 270) o de una unidad del sistema (210, 220, 230) y en el caso de fallo de un componente, de un módulo funcional o módulo paralelo (250, 250', 270) o de una unidad del sistema (210, 220, 230) se puede conmutar a un componente de sustitución o a un módulo funcional o módulo paralelo (250, 250', 270) apto para el funcionamiento o a una unidad del sistema (210, 220, 230) apta para el funcionamiento.
- 25
- 20.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la al menos una pala del rotor (101) está configurad regulable en el ángulo.
- 30
- 21.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 20, caracterizada porque las unidades eléctricas del sistema (210, 220, 230) comprenden, además, un sistema de regulación de la pala (220) para la regulación de la posición angular de la al menos una pala del rotor (101).
- 22.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la instalación para el acoplamiento del generador (230) está configurada en la red eléctrica (125), de tal manera que el generador puede ser accionado con al menos dos números de revoluciones diferentes, con preferencia con un intervalo variable de números de revoluciones, en la red eléctrica (125).
- 35
- 23.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la instalación para el acoplamiento del generador en la red eléctrica es un sistema convertidor (230), que presenta varios conmutadores activos.
- 40
- 24.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el sistema convertidor (230) presenta al menos un control de convertidor, a través del cual se pueden activar los conmutadores activos.
- 25.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el control de convertidor está acoplado con la instalación de control.
- 45
- 26.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque al menos un módulo funcional (250, 250') está configurado de tal forma que comprende, al menos parcialmente, los conmutadores activos del sistema convertidor (230).
- 50
- 27.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque a través del generador (110) se puede generar una corriente alterna, el sistema convertidor (230) presenta al menos un vibrador (254) en el lado de la máquina, que está acoplado con el generador (110) y convierte la corriente alterna, al menos parcialmente, en una corriente continua o una tensión continua, además el sistema convertidor presenta un circuito intermedio de corriente continua o un circuito intermedio de tensión continua (259), que conecta el vibrador (254) en el lado de la máquina con al menos un vibrador (255) en el lado de la red, que está acoplado con la red

eléctrica (125), en la que el vibrador (255) en el lado de la red convierte la corriente continua o la tensión continua en una potencia eléctrica adaptada a la red eléctrica (125).

28.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el vibrador (254) en el lado de la máquina presenta conmutadores activos.

5 29.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque un módulo funcional (250, 250') comprende al menos el vibrador (254) en el lado de la máquina, el circuito intermedio de corriente continua o bien el circuito intermedio de tensión continua (259), así como el vibrador (255) en el lado de la red.

10 30.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 26 ó 29, caracterizada porque para el módulo funcional (250, 250') está previsto al menos un módulo paralelo (270), estando conectados el módulo funcional y el módulo paralelo a través de conexiones (261, 262, 216', 262', 271, 272) separables directa o indirectamente con el generador (110) y/o directa o indirectamente con la red eléctrica (125).

15 31.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque en el caso de fallo de un módulo funcional o módulo paralelo (250, 250', 270), se aísla el módulo fallado en el sistema eléctrico a través de la apertura de las conexiones (261, 262, 216', 262', 271, 272) separables.

32.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 30 ó 31, caracterizada porque las conexiones (261, 262, 216', 262', 271, 272) separables contienen al menos un elemento de conmutación.

33.- Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizada porque el elemento de conmutación es conmutable manualmente.

20 34.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de conmutación es conmutable por control remoto.

35.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de conmutación es conmutable automáticamente a través de la instalación de control (210) o bien a través del sistema de supervisión remota.

25 36.- Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque al menos una conexión (261, 262, 216', 262', 271, 272) separable presenta dos elementos de conmutación conectados en serie, uno de los cuales es un conmutador de potencia y el otro es un relé.

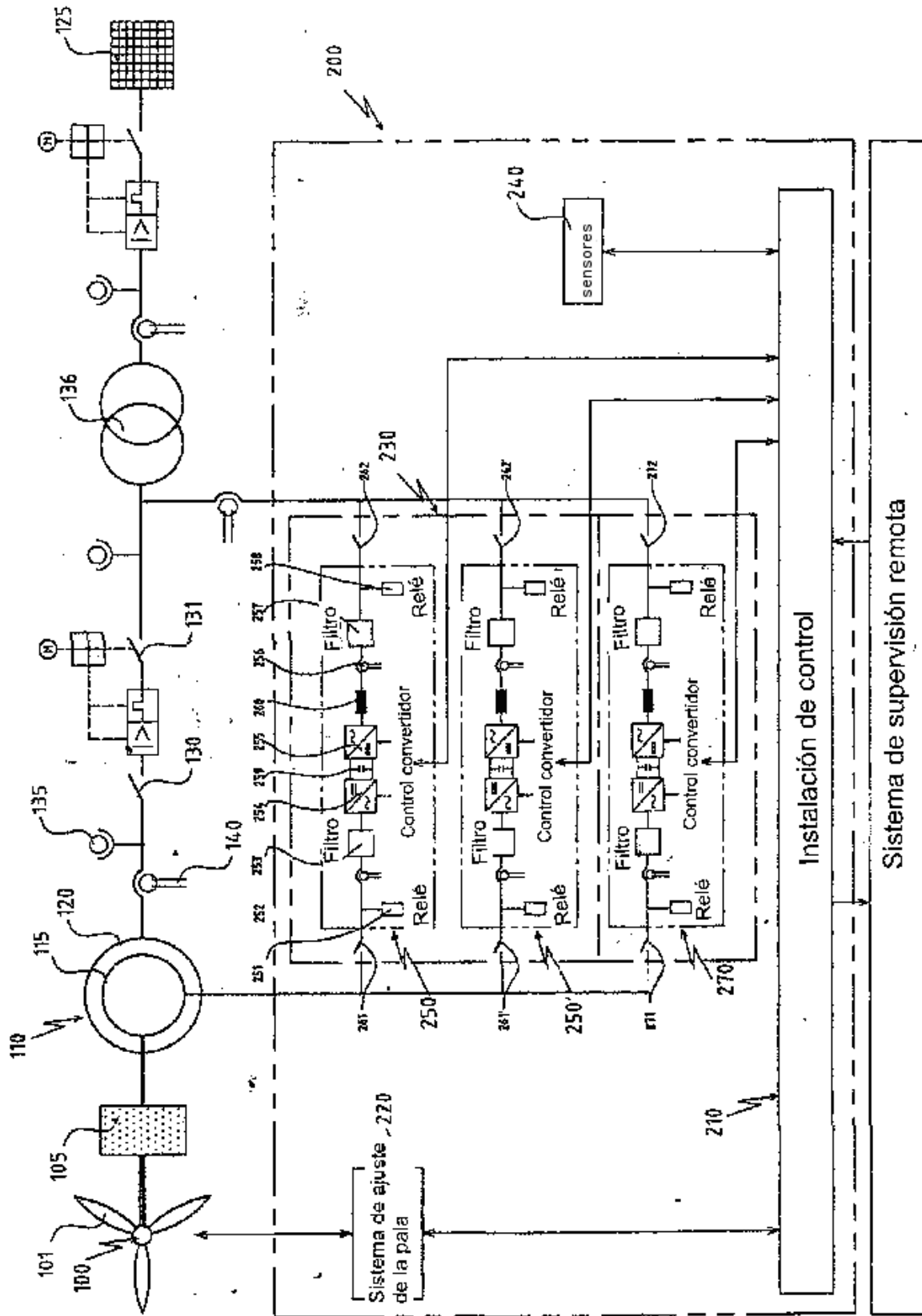


Fig. 1

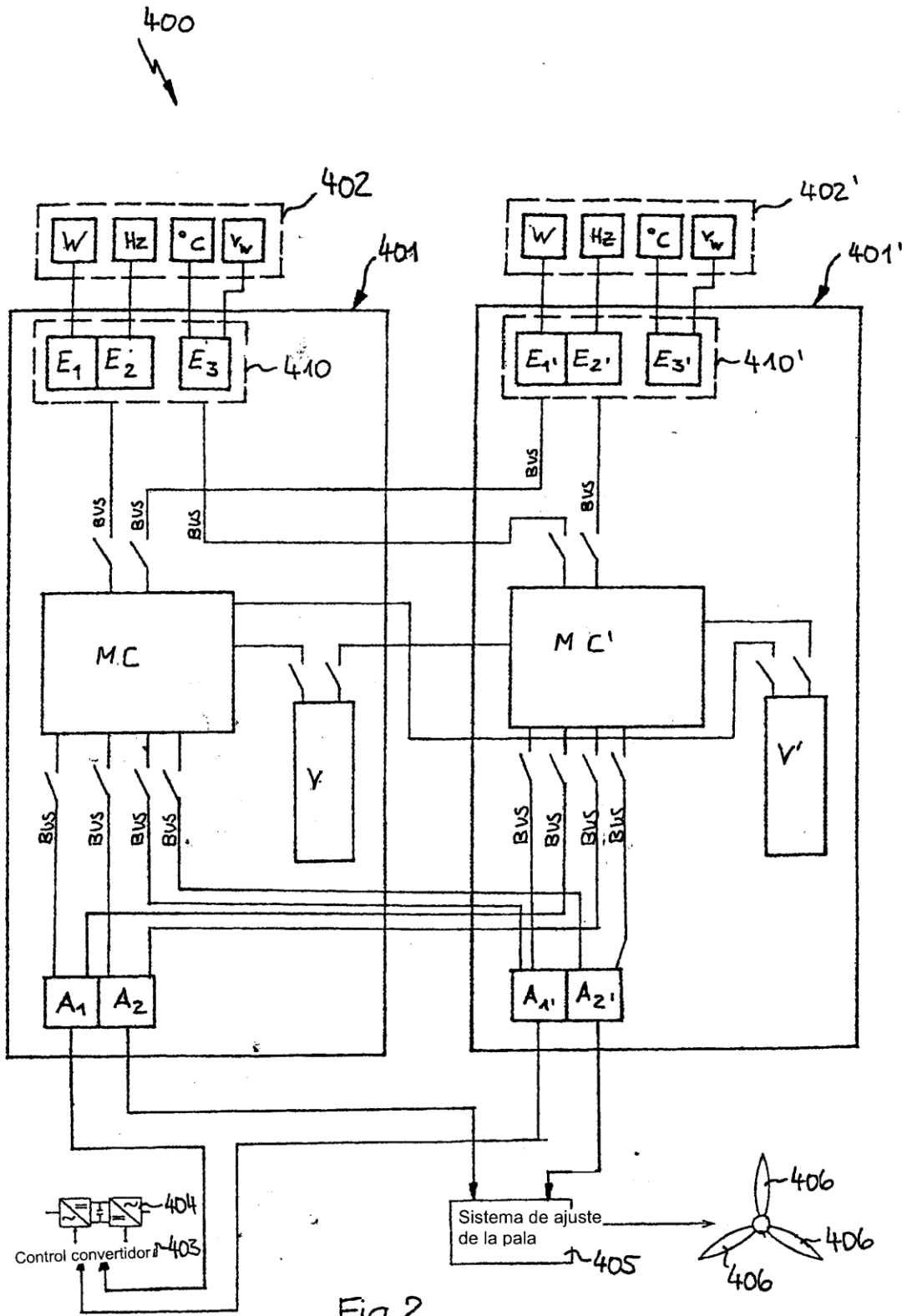


Fig 2