(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 587 567**

(51) Int. CI.:

F03D 80/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2013 PCT/EP2013/061366**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013 WO13182514**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2013 E 13731704 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2859226**

(54) Título: **Sistema de seguridad para un aerogenerador**

(30) Prioridad:

06.06.2012 DE 102012011242

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2016

(73) Titular/es:

SSB WIND SYSTEMS GMBH & CO. KG (100.0%)
Neuenkirchener Strasse 13
48499 Salzbergen, DE

(72) Inventor/es:

RICKESHENRICH, CHRISTOF;
DE VEEN, JAN;
KLEIN, DIRK y
HORSTJAN, RONALD

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Sistema de seguridad para un aerogenerador

La invención se refiere a un sistema de seguridad para un aerogenerador, con un sistema de paso que comprende varios sistemas de accionamiento y al menos un equipo de conmutación de seguridad mediante el cual, dependiendo de al menos una señal de control, puede controlarse cada uno de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a una posición segura, y un circuito de seguridad previsto en una pieza de máquina contigua al sistema de paso que comprende un equipo de transmisión y un control mediante el cual puede generarse la al menos una señal de control que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad.

Por el documento EP 1 910 670 B1 se conoce un aerogenerador con un generador para la generación de energía eléctrica, un rotor que acciona el generador con palas del rotor ajustables al paso y un equipo de control central, estando previstos equipos de paso individuales para las palas del rotor que comprenden un accionamiento de ajuste, una conexión de comunicación al equipo de control central y un regulador, pudiendo ajustarse las palas del rotor a una posición de desconexión para parar el aerogenerador. Los equipos de paso individuales comprenden adicionalmente un detector de averías y un equipo de activación propio, estando conformado el detector de averías para la detección de estados de funcionamiento anormales y estando unido al equipo de activación, que provoca un ajuste de la respectiva pala del rotor a una posición de desconexión.

Por el documento EP 2 418 380 A1 se conoce otro ejemplo de un sistema de seguridad.

De la Fig. 6 se deduce un sistema de seguridad convencional, guiándose una señal EFC, que se activa por un control de orden superior y/o directamente por distintas unidades de sensor/de parada de emergencia, desde un control (por ejemplo, caja superior) de un canal por un equipo de transmisión (por ejemplo, anillo colector) a un sistema de paso. Por regla general, la señal EFC es una señal de tensión continua de 24 V, representando la expresión EFC la abreviatura del término inglés "Emergency Feather Command" (comando de embanderamiento de emergencia). En el sistema de paso, esta señal se reparte entre los tres sistemas de accionamiento. Si se activa esta señal EFC, por ejemplo, por una modificación del estado de señal, se inicia para los tres sistemas de accionamiento un trayecto a la posición segura (posición final). Por lo tanto, la señal EFC representa una orden de control al equipo de conmutación de seguridad para girar las palas del rotor a la posición segura o posición final.

Si se produce un error en esta cadena de seguridad EFC, por ejemplo, por acoplamiento de tensión externa, ya no es posible el inicio de un trayecto a la posición segura por esta señal EFC. Pero, simultáneamente, la gestión operativa (control de turbinas) también reconoce las averías e inicia medidas correspondientes por el sistema de comunicación (sistema bus). Por lo tanto, el control de turbinas y el sistema bus se convierten en componente de un SRP/CS y deben corresponder con los requisitos de la directiva sobre máquinas. A este respecto, la expresión representa la abreviatura del término inglés "Safety-Related Parts of Control System" y significa "partes relativas a la seguridad del sistema de control".

Pero la manera de proceder anteriormente mencionada en el caso de una avería está unida a desventajas, de las cuales algunas están indicadas a continuación:

- El sistema bus y la gestión operativa (control de turbinas) se convierten en un componente de un SRP/CS y deben considerarse según la directiva sobre máquinas.
- Ya no hay ninguna disociación entre la gestión operativa y el sistema de seguridad.
- Los fallos en el equipo de transmisión (por ejemplo, anillo colector) pueden causar averías en el sistema bus y/o en la señal EFC.

Partiendo de esto, la invención se basa en el objetivo de poder evitar las desventajas anteriormente mencionadas.

Este objetivo se resuelve, de acuerdo con la invención, por un sistema de seguridad según la reivindicación 1. Se ofrecen perfeccionamientos preferentes de la invención en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción.

El sistema de seguridad de acuerdo con la invención para un aerogenerador presenta un sistema de paso que comprende varios sistemas de accionamiento y al menos un equipo de conmutación de seguridad mediante el cual, dependiendo de al menos una señal de control, puede controlarse cada uno de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a una posición segura, y un circuito de seguridad previsto en una pieza de máquina contigua al sistema de paso que comprende un equipo de transmisión y un control mediante el cual puede generarse la al menos una señal de control que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, pudiendo generarse y/o emitirse la señal de control por el control en forma de al menos dos señales de control, pudiendo transmitirse las señales de control mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, y pudiendo detectarse un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad, por ejemplo, en su equipo de transmisión, mediante el equipo de conmutación de seguridad especialmente por la evaluación de las señales de control y pudiendo controlarse, en la existencia de un tal fallo, cada uno de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a la posición segura.

Dado que un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse mediante el equipo de conmutación de seguridad y, aparte de eso, cada uno de los sistemas de accionamiento puede controlarse para llevar a cabo un trayecto de emergencia mediante el equipo de conmutación de seguridad, la detección del fallo relevante para la seguridad así como el control de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a la posición segura en la existencia de un tal fallo se realizan dentro del sistema de paso. Por lo tanto, ya no es necesario uno desvío por la gestión operativa del aerogenerador, de manera que pueden evitarse las desventajas conocidas por el estado de la técnica. El sistema de seguridad forma o comprende especialmente una cadena de seguridad y/o el sistema de seguridad forma o comprende especialmente una disposición de seguridad. Preferentemente, el circuito de seguridad y el equipo de conmutación de seguridad forman la cadena de seguridad y/o la cadena de seguridad comprende el circuito de seguridad y el equipo de conmutación de seguridad. Puesto que el sistema de paso comprende el equipo de conmutación de seguridad, la cadena de seguridad también puede comprender, por ejemplo, el circuito de seguridad y el sistema de paso. El circuito de seguridad forma especialmente un equipo de conmutación de seguridad. Aparte de eso, el control forma especialmente un equipo de control.

La detección de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad mediante el equipo de conmutación de seguridad es posible especialmente debido a las al menos dos señales de control. De acuerdo con una configuración, las señales de control pueden someterse a una prueba de plausibilidad mediante el equipo de conmutación de seguridad, pudiendo detectarse la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad a partir del resultado de la prueba de plausibilidad.

De acuerdo con un perfeccionamiento, en el caso de la prueba de plausibilidad, se recurre adicionalmente a las señales de control a al menos otra señal que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión al equipo de conmutación de seguridad. Preferentemente, mediante el equipo de conmutación de seguridad, las señales de control junto con al menos otra señal que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión al equipo de conmutación de seguridad pueden someterse, por eso, a la prueba de plausibilidad. Por ello, puede seguir aumentándose la fiabilidad de la prueba de plausibilidad.

Preferentemente, el equipo de conmutación de seguridad comprende una detección de cortocircuitos y/o una detección de cortocircuitos transversales. Preferentemente, la existencia de un cortocircuito y/o de un cortocircuito transversal puede detectarse como fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad a partir del resultado de la prueba de plausibilidad. Por el empleo de al menos un equipo de conmutación de seguridad dentro del sistema de paso, que incluye una detección de cortocircuitos y una detección de cortocircuitos transversales, puede garantizarse especialmente la transmisión segura de las señales de control desde el control, por el equipo de transmisión, hasta el sistema de paso.

Preferentemente, la señal de control puede generarse y/o emitirse de manera redundante por el control en forma de al menos dos señales de control. Por lo tanto, en el caso de las señales de control, se trata preferentemente de señales iguales y/o redundantes. Si las señales de control se diferencian entre sí, es muy probable que exista un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad.

Preferentemente, las señales de control pueden compararse entre sí mediante el equipo de conmutación de seguridad. Especialmente, la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse a partir del resultado de esta comparación mediante el equipo de conmutación de seguridad. Por lo tanto, la prueba de plausibilidad comprende preferentemente una comparación de las señales de control entre sí.

Resulta ventajoso si al menos una de las señales de control o las señales de control puede(n) compararse con al menos otra señal mediante el equipo de conmutación de seguridad. Especialmente, la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse a partir del resultado de esta comparación mediante el equipo de conmutación de seguridad. Por lo tanto, la prueba de plausibilidad comprende preferentemente una comparación de las señales de control o de al menos una de las señales de control con al menos otra señal.

Preferentemente, la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse mediante el equipo de conmutación de seguridad porque las señales de control son diferentes. Resulta ventajoso si la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse mediante el equipo de conmutación de seguridad porque las señales de control se diferencian entre sí por un período de tiempo predeterminado y/o por una desviación admisible. Con ello, pueden descartarse fluctuaciones de señal a corto plazo y/o insignificantes de las señales de control. El período de tiempo predeterminado asciende, por ejemplo, a pocos milisegundos. La desviación predeterminada está ofrecida especialmente por un valor umbral inferior y un valor umbral superior, pudiendo variar la diferencia de las señales de control entre los valores umbral sin que exista un fallo relevante para la seguridad. Si la diferencia de las señales de control alcanza o queda por debajo del valor umbral inferior o si la diferencia de las señales de control alcanza o sobrepasa el valor umbral superior, el equipo de conmutación de seguridad detecta un fallo relevante para la seguridad.

De acuerdo con un perfeccionamiento, las señales de control pueden generarse de tal manera que las señales de control, en el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador, presenten una tensión predeterminada, preferentemente distinta de cero, y/o que un estado sin tensión de las señales de control represente

la orden para un trayecto a la posición segura. Preferentemente, los sistemas de accionamiento se controlan mediante el equipo de conmutación de seguridad para la realización de un trayecto a la posición segura si las señales de control adoptan un estado sin tensión. En este caso, pueden fallar incluso las dos señales de control, puesto que se lleva a cabo un trayecto a la posición segura independientemente de si las señales de control están sin tensión intencionadamente o por un fallo en el circuito de seguridad. En este caso, hay que señalar que la avería de las dos señales de control representa especialmente un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad.

La al menos una señal de control es especialmente una señal EFC. Preferentemente, en el caso de señales de control, se trata de señales EFC. Resulta ventajoso si las señales de control pueden generarse de tal manera que las señales de control, en el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador, presenten un primer nivel de señal predeterminado, preferentemente distinto de cero. Especialmente, en el caso del primer nivel de señal, se trata de una tensión continua, preferentemente de una tensión continua distinta de cero, por ejemplo, de una tensión continua de 24 V. El primer nivel de señal representa preferentemente un nivel H.

Resulta ventajoso si las señales de control, aparte de eso, pueden generarse de tal manera que las señales de control para la señalización de un trayecto a la posición segura presenten un segundo nivel de señal predeterminado, que se diferencia del primer nivel de señal. El segundo nivel de señal representa especialmente un nivel L y es preferentemente menor que el primer nivel de señal. Preferentemente, el segundo nivel de señal es igual a cero y/o se encuentra a potencial cero. Especialmente, las señales de control pueden desconectarse mediante el control para la realización de un trayecto a la posición segura.

Si los niveles de señal de las señales de control se diferencian entre sí, es muy probable que exista un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad. Preferentemente, los niveles de señal de las señales de control pueden compararse entre sí, por eso, mediante el equipo de conmutación de seguridad. Especialmente, la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse a partir del resultado de esta comparación mediante el equipo de conmutación de seguridad. Por lo tanto, la prueba de plausibilidad comprende preferentemente una comparación de los niveles de señal de las señales de control entre sí.

Preferentemente, la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse mediante el equipo de conmutación de seguridad porque las señales de control presentan diferentes niveles de señal. Resulta ventajoso si la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad puede detectarse mediante el equipo de conmutación de seguridad porque los niveles de señal se diferencian entre sí por un período de tiempo predeterminado y/o por una desviación admisible. Con ello, pueden descartarse fluctuaciones a corto plazo y/o insignificantes de los niveles de señal. El período de tiempo predeterminado asciende, por ejemplo, a pocos milisegundos. La desviación predeterminada está ofrecida especialmente por un valor umbral inferior y un valor umbral superior, pudiendo variar la diferencia de los niveles de señal entre los valores umbral sin que exista un fallo relevante para la seguridad. Si la diferencia de los niveles de señal alcanza o queda por debajo del valor umbral inferior o si la diferencia de los niveles de señal alcanza o sobrepasa el valor umbral superior, el equipo de conmutación de seguridad detecta un fallo relevante para la seguridad.

El equipo de transmisión comprende preferentemente varias líneas eléctricas. Las señales de control se transmiten especialmente de manera respectiva por una de las líneas eléctricas, denominándose también las líneas que transmiten las señales de control líneas de control. De manera ventajosa, la otra señal también se transmite por una de las líneas eléctricas. En el caso de las líneas eléctricas y/o en el caso de las líneas de control, se trata especialmente de líneas separadas entre sí eléctricamente.

Preferentemente, el equipo de transmisión comprende anillos colectores o al menos un anillo colector, por los cuales o el cual puede o pueden guiarse la al menos una señal de control y/o las señales de control. De manera ventajosa, el equipo de transmisión comprende, aparte de eso, al menos un anillo colector o al menos otro anillo colector, por los cuales puede guiarse la al menos otra señal. El equipo de transmisión es especialmente un equipo de transmisión giratorio. Las líneas eléctricas y/o las líneas de control están guiadas preferentemente por los anillos colectores del equipo de transmisión. De manera ventajosa, las líneas eléctricas y/o las líneas de control del equipo de transmisión están guiadas por anillos colectores individuales del equipo de transmisión. Los anillos colectores que transmiten las señales de control también se denominan, por ejemplo, anillos colectores de señal de control.

Mediante el equipo de conmutación de seguridad puede detectarse especialmente un cortocircuito en una o en al menos una de las líneas de control. En el caso de un cortocircuito, la línea de control en cuestión está especialmente sin tensión y/o presenta potencial cero y/o un nivel L. Preferentemente, mediante el equipo de conmutación de seguridad puede detectarse, aparte de eso, un cortocircuito transversal entre una o al menos una de las líneas de control y una o al menos una de las otras líneas eléctricas, en la que se trata, por ejemplo, de la línea que transmite la otra señal. En el caso de un cortocircuito transversal, la línea de control en cuestión adopta especialmente valores de tensión implausibles, lo cual puede detectarse de manera ventajosa mediante el equipo de conmutación de seguridad.

Los sistemas de accionamiento comprenden preferentemente de manera respectiva un control de motor y un motor, que es especialmente un motor eléctrico. Los controles de motor comprenden especialmente de manera respectiva

un convertidor de frecuencia, un interruptor de corriente continua y/u otros convertidores de corriente. El número de los sistemas de accionamiento asciende preferentemente a tres.

El equipo de conmutación de seguridad comprende preferentemente al menos una unidad de control. Especialmente, mediante la unidad de control pueden llevarse a cabo la prueba de plausibilidad y/o las o cada una de las comparaciones y/o la detección de cortocircuitos y/o la detección de cortocircuitos transversales. La unidad de control forma o comprende, por ejemplo, un microprocesador, un microcontrolador, un circuito integrado para aplicaciones específicas (AISIC, por sus siglas en inglés), una red de puertas programables (FPGA, por sus siglas en inglés) y/u otro circuito programable del procesamiento de señal.

El equipo de conmutación de seguridad comprende preferentemente al menos un dispositivo de conmutación, mediante el cual puede suministrarse una señal de activación a cada uno de los sistemas de accionamiento y/o a cada uno de los controles de motor. Especialmente, el dispositivo de conmutación puede controlarse por la unidad de control. La señal de activación puede ser una señal de activación común para todos los sistemas de accionamiento. Pero, preferentemente, puede suministrarse una señal de activación individual a cada uno de los sistemas de accionamiento y/o a cada uno de los controles de motor mediante el al menos un dispositivo de conmutación. En el caso de las señales de activación, se trata especialmente de señales de tensión continua. Cada señal de activación es o suministra preferentemente una tensión continua de, por ejemplo, 24 V. De manera ventajosa, el sistema de paso suministra las señales de activación. Preferentemente, cada una de las señales de activación está asignada a uno de los sistemas de accionamiento. Por ejemplo, cada una de las señales de activación se suministra por el respectivo sistema de accionamiento y/o el respectivo control de motor, de manera que cada una de las señales de activación puede atribuirse mediante el equipo de conmutación de seguridad y/o el dispositivo de conmutación al respectivo sistema de accionamiento y/o al respectivo control de motor. Si se suministran las señales de activación a los sistemas de accionamiento y/o a los controles de motor, se realiza un trayecto a la posición segura mediante los sistemas de accionamiento y/o los controles de motor. Por lo tanto, mediante las señales de activación puede señalizarse a los sistemas de accionamiento y/o los controles de motor para llevar a cabo un trayecto a la posición segura. El dispositivo de conmutación comprende preferentemente un o al menos un relé o está formado por un o al menos un relé. Especialmente, el equipo de conmutación de seguridad también puede denominarse, por lo tanto, relé de seguridad. Preferentemente, el sistema de seguridad comprende, por ejemplo, para fines de ampliación, varios relés de seguridad (equipos de conmutación de seguridad) que pueden acoplarse especialmente entre sí. De manera ventajosa, el sistema de paso comprende estos relés de seguridad. De manera preferente, cada uno de los relés de seguridad puede conformarse y/o perfeccionarse de acuerdo con todas las configuraciones descritas en relación con el equipo de conmutación de seguridad.

De acuerdo con una configuración, mediante el equipo de conmutación de seguridad pueden generarse al menos dos señales que pueden transmitirse mediante el equipo de transmisión desde el equipo de conmutación de seguridad al control. Estas señales también se denominan en lo sucesivo señales de prueba. Mediante el control pueden formarse a partir de las señales de prueba especialmente las señales de control. De manera ventajosa, mediante el control pueden conmutarse al menos dos conmutadores en los que está aplicada en el lado de la entrada respectivamente una de las señales de prueba, estando formadas las señales de control por las señales de salida de los conmutadores. Preferentemente por ello, especialmente en el estado cerrado de los conmutadores, se crean dos colectores de señal, de manera que se sigue aumentando la seguridad de detección de fallos. Los conmutadores pueden atribuirse especialmente al control.

Las señales de prueba se transmiten especialmente de manera respectiva por una de las líneas eléctricas del equipo de transmisión, denominándose también las líneas que guían las señales de prueba líneas de señal de prueba. Preferentemente, el equipo de transmisión comprende anillos colectores, por los cuales pueden guiarse las señales de prueba y/o están guiadas las líneas de señal de prueba. Estos anillos colectores también se denominan, por ejemplo, anillos colectores de señal de prueba.

De manera ventajosa, pueden generarse las señales de prueba de tal manera que presenten una tensión predeterminada, preferentemente distinta de cero. Especialmente, las señales de prueba presentan una tensión continua, preferentemente una tensión continua distinta de cero, por ejemplo, una tensión continua de 24 V. De manera ventajosa, las señales de prueba presentan un nivel H. En el caso de las señales de prueba, se trata preferentemente de señales iguales y/o redundantes.

Preferentemente, los conmutadores están cerrados en el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador. Por lo tanto, las señales de prueba se devuelven especialmente al equipo de conmutación de seguridad. De manera ventajosa, los conmutadores pueden abrirse mediante el control para la realización de un trayecto a la posición segura. Asimismo, es posible que en el caso de los conmutadores se trate de conmutadores de inversión, mediante los cuales las líneas de control se colocan en la apertura de los conmutadores en potencial cero y/o en el nivel L. Por lo tanto, por la apertura de los conmutadores, las señales de control se quedan sin tensión y/o presentan un nivel L y/o potencial cero. En el estado cerrado de los conmutadores, las señales de control corresponden especialmente a las señales de prueba. En el estado abierto de los conmutadores, preferentemente no hay ninguna tensión en las líneas de control, de manera que las señales de control no están presentes y/o no suministran respectivamente ninguna tensión, lo cual corresponde a un nivel L y/o potencial cero.

De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, el/los equipo(s) de conmutación de seguridad manda(n) al menos dos señales por los anillos colectores al control. En el control, estas señales se conmutan por un SRP/CS correspondiente y se vuelven a conducir por el equipo de transmisión al sistema de paso. Si en el circuito de seguridad de la pieza de máquina contigua (por ejemplo, en el equipo de transmisión) se produce un fallo relevante para la seguridad (por ejemplo, rotura de cable, cortocircuito transversal, cortocircuito, salto de canal y con ello tensión externa, etc.), se detecta por el (por los) equipo(s) de conmutación de seguridad en el sistema de paso. El/los equipo(s) de conmutación de seguridad inicia(n) inmediata e independientemente de la gestión operativa de manera "segura" el "trayecto a la posición segura" para los tres sistemas de accionamiento. Cada uno de los tres sistemas de accionamiento se controla por una salida de relé individual del equipo de conmutación de seguridad.

El control comprende o forma preferentemente una unidad lógica. De acuerdo con una configuración, al control puede suministrarse al menos una señal de entrada que puede evaluarse por este, pudiendo generarse o estando generadas la al menos una señal de control y/o las señales de control dependiendo de la al menos una señal de entrada. Por lo tanto, mediante el control puede determinarse por la evaluación de la al menos una señal de entrada si la señal de control del equipo de conmutación de seguridad debe señalizar la orden que controla los sistemas de accionamiento para realizar un trayecto a la posición segura.

De acuerdo con un perfeccionamiento, la al menos una señal de entrada puede generarse mediante un control de orden superior. Si se detecta un fallo por el control de orden superior que hace necesaria una desconexión del aerogenerador, el equipo de conmutación de seguridad puede señalizar, por lo tanto, la orden que controla los sistemas de accionamiento para realizar un trayecto a la posición segura. El control de orden superior también se denomina, por ejemplo, control de aerogenerador o control de turbinas. De manera complementaria o alternativa, está previsto un equipo de sensor unido al control y que comprende al menos un sensor, mediante el cual puede generarse la señal de entrada dependiendo de al menos una señal de sensor.

Mediante el al menos un sensor puede registrarse preferentemente al menos un parámetro de funcionamiento del o de un aerogenerador. Por lo tanto, la señal de sensor y/o la señal de entrada es dependiente preferentemente del al menos un parámetro de funcionamiento. Si la evaluación de la señal de entrada da como resultado que el al menos un parámetro de funcionamiento es inadmisible, mediante el control por las señales de control al equipo de conmutación de seguridad puede señalizarse la orden que controla los sistemas de accionamiento para realizar un trayecto a la posición segura.

El aerogenerador comprende preferentemente un rotor. Especialmente, el rotor es giratorio relativamente a la pieza de máquina, preferentemente alrededor de un eje del rotor. De manera ventajosa, el rotor está colocado de manera giratoria, preferentemente alrededor del eje del rotor, en la pieza de máquina. El rotor presenta preferentemente un cubo del rotor y varias palas del rotor, que están colocados de manera giratoria especialmente de manera respectiva al cubo del rotor alrededor de un eje de la pala. El número de las palas del rotor asciende preferentemente a tres. Especialmente, los ejes de la pala de las palas del rotor discurren perpendicularmente o de manera aproximadamente perpendicular al eje del rotor.

La pieza de máquina comprende especialmente equipos y/o máquinas del aerogenerador. Por ejemplo, la pieza de máquina comprende un generador eléctrico que puede accionarse por el rotor. Aparte de eso, la pieza de máquina también puede comprender el control de orden superior. El aerogenerador comprende preferentemente una torre, en cuyo extremo superior está prevista la pieza de máquina.

El rotor comprende especialmente el sistema de paso. De manera ventajosa, el sistema de paso está dispuesto en el rotor. A cada una de las palas del rotor está asignado preferentemente uno de los sistemas de accionamiento. Especialmente, cada pala del rotor es giratoria alrededor de su eje de la pala mediante el sistema de accionado asignado a esta. Cada pala del rotor está acoplada mecánicamente de manera preferente a uno o varios de los sistemas de accionamiento, especialmente al sistema de accionamiento asignado a esta. Si cada pala del rotor está acoplada mecánicamente a varios de los sistemas de accionamiento, estos forman preferentemente una disposición maestro-esclavo. De manera ventajosa, cada pala del rotor está acoplada mecánicamente a uno de los motores, especialmente al motor del sistema de accionamiento asignado a esta. En un trayecto a la posición segura, las palas del rotor se giran especialmente mediante los sistemas de accionamiento a una posición segura, que también se denomina posición de embanderado. Preferentemente, en un trayecto a la posición segura, las palas del rotor se trasladan, preferentemente por el recorrido más corto, a la posición segura que corresponde, de manera ventajosa, a una posición de 90° de las palas del rotor, especialmente con respecto al plano del rotor. Por lo tanto, preferentemente, en un trayecto a la posición segura, los ángulos de la pala (ángulo de paso) de las palas del rotor, especialmente con respecto al plano del rotor, se ajustan a un ángulo de especialmente 90° y/o se modifican desde un ángulo de salida que asciende preferentemente a 0° o se encuentra, por ejemplo, entre 0° y aproximadamente 30°, a un ángulo final de preferentemente 90°.

Preferentemente, el sistema de paso, especialmente junto con el rotor que comprende el sistema de paso, es giratorio relativamente a la pieza de máquina contigua, preferentemente alrededor del eje del rotor. Preferentemente, el al menos un sensor es un sensor de revoluciones, mediante el cual puede registrarse especialmente las revoluciones del sistema de paso y/o las revoluciones del rotor que comprende el sistema de paso relativamente a la pieza de máquina. Si la evaluación de la al menos una señal de entrada mediante el control da como resultado que

estas revoluciones alcanzan o sobrepasan un valor umbral de revoluciones predeterminado, el equipo de conmutación de seguridad puede señalizar mediante el control especialmente la orden que controla los sistemas de accionamiento para realizar un trayecto a la posición segura. Preferentemente, el sensor está previsto de manera redundante, de manera que la al menos una señal de entrada puede suministrarse al control en forma de al menos dos señales de entrada, especialmente de manera redundante. Con ello, la desconexión del aerogenerador en el caso de revoluciones excesivas puede asegurarse incluso en el caso de avería de uno de los sensores.

El sistema de seguridad es preferentemente un componente de un SRP/CS. Especialmente, el sistema de seguridad está diseñado de manera conforme a una directiva sobre máquinas del aerogenerador.

El aerogenerador comprende especialmente el sistema de seguridad. En el caso del sistema de seguridad de acuerdo con la invención, se trata, por eso, preferentemente de un sistema de seguridad de o en un aerogenerador.

Aparte de eso, la invención se refiere a un aerogenerador con una pieza de máquina, un rotor colocado de manera giratoria en la pieza de máquina que comprende un cubo del rotor y varias palas del rotor que están colocadas de manera giratoria respectivamente en el cubo del rotor alrededor de un eje de la pala, y al menos un sistema de seguridad. En el caso del sistema de seguridad, se trata especialmente de un sistema de seguridad de acuerdo con la invención, que puede estar perfeccionado de acuerdo con todas las configuraciones explicadas en este contexto.

La invención también se refiere al uso de un sistema de seguridad para un o en un aerogenerador, presentando el sistema de seguridad un sistema de paso que comprende varios sistemas de accionamiento y al menos un equipo de conmutación de seguridad mediante el cual, dependiendo de al menos una señal de control, puede controlarse cada uno de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a una posición segura, y un circuito de seguridad previsto en una pieza de máquina contigua al sistema de paso que comprende un equipo de transmisión y un control mediante el cual se genera la al menos una señal de control que se transmite mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, generándose y/o emitiéndose la señal de control por el control en forma de al menos dos señales de control, transmitiéndose las señales de control mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, y pudiendo detectarse un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad, por ejemplo, en su equipo de transmisión, mediante el equipo de conmutación de seguridad especialmente por la evaluación de las señales de control y controlándose, en la existencia de un tal fallo, cada uno de los sistemas de accionamiento mediante el equipo de conmutación de seguridad para llevar a cabo un trayecto a la posición segura. El uso de acuerdo con la invención puede estar perfeccionado de acuerdo con todas las configuraciones explicadas en relación con el sistema de seguridad de acuerdo con la invención. Preferentemente, la señal de control se genera y/o se emite de manera redundante por el control en forma de al menos dos señales de control.

Adicionalmente, la invención se refiere a un procedimiento para el control de un aerogenerador con un sistema de seguridad, que presenta un sistema de paso que comprende varios sistemas de accionamiento y al menos un equipo de conmutación de seguridad mediante el cual, dependiendo de al menos una señal de control, puede controlarse cada uno de los sistemas de accionamiento para llevar a cabo un trayecto a una posición segura, y un circuito de seguridad previsto en una pieza de máquina contigua al sistema de paso que comprende un equipo de transmisión y un control mediante el cual se genera la al menos una señal de control que se transmite mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, generándose y/o emitiéndose la señal de control por el control en forma de al menos dos señales de control, transmitiéndose las señales de control mediante el equipo de transmisión desde el control al equipo de conmutación de seguridad, y pudiendo detectarse un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad, por ejemplo, en su equipo de transmisión, mediante el equipo de conmutación de seguridad especialmente por la evaluación de las señales de control y controlándose, en la existencia de un tal fallo, cada uno de los sistemas de accionamiento mediante el equipo de conmutación de seguridad para llevar a cabo un trayecto a la posición segura. El procedimiento de acuerdo con la invención puede estar perfeccionado de acuerdo con todas las configuraciones explicadas en relación con el sistema de seguridad de acuerdo con la invención. Especialmente, el procedimiento de acuerdo con la invención se lleva a cabo con el sistema de seguridad de acuerdo con la invención. Preferentemente, la señal de control se genera y/o se emite de manera redundante por el control en forma de al menos dos señales de control.

La invención ofrece especialmente las ventajas indicadas a continuación:

- Separación clara entre la gestión operativa y el sistema de seguridad.
  La gestión operativa debería detectar averías e iniciar medidas correspondientes y, por lo tanto, volver a conducir a la máquina al intervalo de funcionamiento normal.
  El sistema de seguridad debería reaccionar automáticamente después de que se hayan sobrepasado valores límite relevantes para la seguridad.
- En este caso, solo el sistema de seguridad es un componente de un SRP/CS y debe ser de manera conforme a la directiva sobre máquinas.
- El nivel de rendimiento se exige por los fabricantes de máquinas, por lo tanto, cumplimiento de la norma "EN ISO 13849-1/2".
- Creación de una conexión segura del SRP/CS entre el sistema de paso y la pieza de máquina contigua (por ejemplo, anillo colector, caja superior).

- Solo el sistema de seguridad es un componente de las "partes relativas a la seguridad del sistema de control" (SRP/CS). La gestión operativa está especialmente subordinada al sistema de seguridad. Por lo tanto, el sistema de seguridad es independiente del software de la gestión operativa e inicia medidas automáticamente después de que se hayan sobrepasado valores límite relevantes para la seguridad.

La invención se describe a continuación mediante formas de realización preferentes con referencia al dibujo. En el dibujo muestran:

Fig. 1 una vista esquemática en perspectiva de un aerogenerador,

Fig. 2 una vista frontal esquemática de un rotor del aerogenerador,

Fig. 3 una representación esquemática de un sistema de paso del aerogenerador,

Fig. 4 una representación esquemática de un sistema de seguridad del aerogenerador de acuerdo con una primera forma de realización de la invención,

Fig. 5 una representación esquemática de un sistema de seguridad del aerogenerador de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención y

Fig. 6 una representación esquemática de un sistema de seguridad conocido.

Por la Fig. 1 puede observarse un aerogenerador 1 con una torre 3 en pie sobre una cimentación 2, en cuyo extremo superior opuesto a la cimentación 2 está colocado un portamáquinas 4 que porta una góndola 5. En el portamáquinas 4 está colocado de manera giratoria un rotor 6 alrededor de un eje del rotor 7, pudiendo observarse una vista frontal esquemática del rotor 6 por la Fig. 2. El rotor 6 presenta un cubo del rotor 8 y palas del rotor 9, 10 y 11 unidas a este, que son giratorias respectivamente alrededor de su eje de la pala 12, 13 o 14 relativamente al cubo del rotor 8. A este respecto, los ejes de la pala 12, 13 y 14 discurren perpendicularmente o de manera aproximadamente perpendicular al eje del rotor 7. Cada una de las palas del rotor 9, 10 y 11 está acoplada mecánicamente a un sistema de accionamiento 15, 16 o 17 (véase Fig. 3), mediante el cual la respectiva pala del rotor es giratoria alrededor del eje de la pala asociado.

El rotor 6 está acoplado mecánicamente a un generador 18 eléctrico, que está fijado al portamáquinas 4 y está dispuesto en la góndola 5. El rotor 6 se gira por viento 19 alrededor de su eje del rotor 7, transformándose la energía de rotación del rotor 6, mediante el generador 18, al menos parcialmente en energía eléctrica. Para el funcionamiento controlado del aerogenerador 1 está previsto un control de orden superior 20, mediante el cual se controlan, entre otras cosas, los sistemas de accionamiento 15, 16 y 17. Cada uno de los sistemas de accionamiento 15, 16 y 17 presenta un motor 21 y un control del motor 22 asociado, estando representado esquemáticamente en la Fig. 1 el motor 21 del sistema de accionamiento 15. Los sistemas de accionamiento 15, 16 y 17 son parte de un sistema de paso 23 dispuesto en el rotor 6, que puede observarse en la representación (parcial) simplificada de la Fig. 3. En el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador 1, el sistema de paso 23 se controla por el control de orden superior 20 para el giro de las palas del rotor a las posiciones de ángulo de pala deseadas. Aparte de eso, en la Fig. 3 está representado un equipo de conmutación de seguridad 24 con un relé 41, mediante el cual puede suministrarse a cada control del motor 22 por una salida de relé individual una señal de activación que, en este caso, asciende a 24 V. Las señales de activación están denominadas con "24 V del eje 1", con "24 V del eje 2" y con "24 V del eje 3". Si se suministran las señales de activación a los controles del motor 22, los sistemas de accionamiento 15, 16 y 17 realizan un trayecto a la posición segura. El sistema de accionamiento 15 también se denomina "Eje 1", sistema de accionamiento 16, "Eje 2", y el sistema de accionamiento 17, "Eje 3". Las señales de activación proceden de los sistemas de accionamiento, procediendo la señal de activación "24 V del eje 1" del sistema de accionamiento 15, la señal de activación "24 V del eje 2" del sistema de accionamiento 16 y la señal de activación "24 V del eje 3" del sistema de accionamiento 17.

Por la Fig. 4 puede observarse una representación esquemática de un sistema de seguridad 25 de acuerdo con una primera forma de realización, estando unidos dos sensores (sensor 1, sensor 2) 26 y 27 a un equipo de evaluación (evaluación de sensor) 28, mediante el cual se realiza un tratamiento de señal de las señales del sensor suministradas por los sensores 26 y 27. A este respecto, los sensores 26 y 27 y el equipo de evaluación 28 forman en conjunto un equipo de sensor. Los sensores 26 y 27 registran especialmente un o al menos un parámetro de funcionamiento del aerogenerador de manera redundante. El parámetro de funcionamiento es o comprende, por ejemplo, las revoluciones del rotor 6, de manera que, en el caso de los sensores 26 y 27, se trata especialmente de sensores de revoluciones, mediante los cuales puede registrarse la velocidad de giro del rotor 6 alrededor del eje del rotor 7. Las señales de sensor tratadas se suministran a un control (unidad lógica) 29, mediante el cual puede detectarse si el parámetro de funcionamiento registrado se encuentra dentro de límites admisibles. Especialmente, mediante el control 29 se comprueba si las revoluciones registradas alcanzan o sobrepasan un valor umbral de revoluciones predeterminado. El control 29 genera dos señales de control EFC 1 y EFC 2 iguales y entrega estas por anillos colectores 30 y 31 de un equipo de transmisión (SR) 32 al equipo de conmutación de seguridad (relé de seguridad) 24. Si el parámetro de funcionamiento se encuentra dentro de los valores admisibles y/o si las revoluciones se encuentran por debajo del valor umbral de revoluciones, las señales de control EFC 1 y EFC 2 suministran respectivamente una tensión continua de 24 V, lo cual corresponde a un nivel H. Si el parámetro de

funcionamiento se encuentra por encima de los valores admisibles y/o si las revoluciones son mayores o iguales que el valor umbral de revoluciones, las señales de control EFC 1 y EFC 2 suministran una tensión de 0 V, lo cual corresponde a un nivel L.

Los sensores 26 y 27, el equipo de evaluación 28, el control 29 y el equipo de transmisión 32 forman en conjunto un circuito de seguridad que está previsto en la pieza de máquina del aerogenerador 1. La pieza de máquina comprende especialmente el portamáquinas 4 y/o los equipos y/o máquinas previstos en el portamáquinas, no atribuyéndose a la pieza de máquina el rotor 6 con el sistema de paso 23. El circuito de seguridad y el equipo de conmutación de seguridad 24 y/o el circuito de seguridad y el sistema de paso 23 forman en conjunto preferentemente una cadena de seguridad.

El equipo de conmutación de seguridad 24 comprende una detección de cortocircuitos y una detección de cortocircuitos transversales, de manera que, mediante el equipo de conmutación de seguridad 24, pueden detectarse cortocircuitos y cortocircuitos transversales en las líneas de control 33 y 34 que guían las señales de control EFC 1 y EFC 2 del equipo de transmisión 32 como fallos en la transmisión de las señales de control. Aparte de eso, mediante el equipo de conmutación de seguridad 24 pueden detectarse también otros fallos en la transmisión de las señales de control como, por ejemplo, una rotura de cable y/o un salto de canal. Si mediante el equipo de conmutación de seguridad 24 se registra un fallo en las señales de control y/o en la transmisión de las señales de control, el equipo de conmutación de seguridad 24 suministra por el accionamiento de su relé 41 a cada control del motor 22 la señal de activación asociada, de manera que los sistemas de accionamiento 15, 16 y 17 llevan a cabo un trayecto a la posición segura. En este caso, existe un fallo en las señales de control y/o en la transmisión de las señales de control, por ejemplo, si las señales de control se diferencian entre sí, por ejemplo, debido a averías, especialmente si las señales de control se diferencian entre sí por más de una medida predeterminada.

Por la Fig. 5 puede observarse una representación esquemática de un sistema de seguridad 25 de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, estando denominadas características idénticas o similares respecto a la primera forma de realización con las mismas referencias que la primera forma de realización. El equipo de conmutación de seguridad 24 genera dos señales de prueba eléctricas que se suministran por líneas de señal de prueba 35 y 36 independientes, que están guiadas por anillos colectores 37 y 38 del equipo de transmisión 32, a las entradas de los conmutadores eléctricos 39 y 40. Las señales de prueba suministran respectivamente una tensión continua de 24 V, lo cual corresponde a un nivel H. Las líneas de control 33 y 34 están conectadas a las salidas de los conmutadores 39 y 40, pudiendo conmutarse los conmutadores 39 y 40 mediante el control (unidad lógica), mediante lo cual pueden generarse las señales de control EFC 1 y EFC 2. En el estado cerrado de los conmutadores 39 y 40, las señales de prueba se vuelven a suministrar por las línea de control 33 y 34 al equipo de conmutación de seguridad 24, de manera que las señales de control EFC 1 y EFC 2 corresponden respectivamente a una tensión continua de 24 V, lo cual corresponde a un nivel H. En el estado cerrado de los conmutadores 39 y 40, las señales de control EFC 1 y EFC 2 corresponden, por lo tanto, a las señales de prueba. En el estado abierto de los conmutadores 39 y 40, en cambio, no hay ninguna tensión en las líneas de control 33 y 34, de manera que las señales de control EFC 1 y EFC 2 no están presentes y/o no suministran respectivamente ninguna tensión, lo cual corresponde a un nivel L.

Para otra descripción de la segunda forma de realización, se remite a la descripción de la primera forma de realización. Especialmente, el sistema de seguridad de acuerdo con la segunda forma de realización puede reemplazar el sistema de seguridad de acuerdo con la primera forma de realización.

Lista de referencias

1	Aerogenerador
2	Cimentación
3	Torre
4	Portamáquinas
5	Góndola
6	Rotor
7	Eje del rotor
8	Cubo del rotor
9	Pala del rotor
10	Pala del rotor
11	Pala del rotor
12	Eje de la pala
13	Eje de la pala
14	Eje de la pala
15	Sistema de accionamiento
16	Sistema de accionamiento
17	Sistema de accionamiento
18	Generador
19	Viento

20	Control de orden superior
21	Motor
22	Control de motor
23	Sistema de paso
24	Equipo de conmutación de seguridad
25	Sistema de seguridad
26	Sensor
27	Sensor
28	Equipo de evaluación
29	Unidad lógica / control
30	Anillo colector
31	Anillo colector
32	Equipo de transmisión
33	Línea de control eléctrica
34	Línea de control eléctrica
35	Línea de señal de prueba eléctrica
36	Línea de señal de prueba eléctrica
37	Anillo colector
38	Anillo colector
39	Conmutador eléctrico
40	Conmutador eléctrico
41	Relé del equipo de conmutación de seguridad

REIVINDICACIONES

1. Sistema de seguridad para un aerogenerador, con

- un sistema de paso (23) que comprende varios sistemas de accionamiento (15, 16, 17) y al menos un equipo de conmutación de seguridad (24) mediante el cual, dependiendo de al menos una señal de control, puede controlarse cada uno de los sistemas de accionamiento (15, 16, 17) para llevar a cabo un trayecto a una posición segura,
- un circuito de seguridad previsto en una pieza de máquina contigua al sistema de paso (23) que comprende un equipo de transmisión (32) y un control (29) mediante el cual puede generarse la al menos una señal de control que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión (32) desde el control (29) al equipo de conmutación de seguridad (24),
- pudiendo generarse y/o emitirse la señal de control por el control (29) en forma de al menos dos señales de control (EFC 1, EFC 2),
- pudiendo transmitirse las señales de control (EFC 1, EFC 2) mediante el equipo de transmisión (32) desde el control (29) al equipo de conmutación de seguridad (24),
- pudiendo detectarse un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad mediante el equipo de conmutación de seguridad (29) por la evaluación de las señales de control (EFC 1, EFC 2) y pudiendo controlarse, con la existencia de tal fallo, cada uno de los sistemas de accionamiento (15, 16, 17) para llevar a cabo un trayecto a la posición segura,

caracterizado porque

- el sistema de paso (23) puede girarse con respecto a la pieza de máquina contigua y el equipo de transmisión (32) es un equipo de transmisión giratorio,
- pueden generarse al menos dos señales de prueba mediante el equipo de conmutación de seguridad (24),
- las señales de prueba pueden transmitirse desde el equipo de conmutación de seguridad (24) al control (29) mediante el equipo de transmisión (32),
- las señales de control (EFC 1, EFC 2) pueden formarse a partir de las señales de prueba mediante el control (29).

2. Sistema de seguridad según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la señal de control puede generarse de manera redundante por el control (29) en forma de al menos dos señales de control (EFC 1, EFC 2).

3. Sistema de seguridad según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** las señales de control (EFC 1, EFC 2) pueden someterse a una prueba de plausibilidad mediante el equipo de conmutación de seguridad (24), pudiendo detectarse la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad a partir del resultado de la prueba de plausibilidad.

4. Sistema de seguridad según la reivindicación 3, **caracterizado porque**, mediante el equipo de conmutación de seguridad (24), las señales de control (EFC 1, EFC 2) junto con al menos otra señal que puede transmitirse mediante el equipo de transmisión (32) al equipo de conmutación de seguridad (24) pueden someterse a una prueba de plausibilidad.

5. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el equipo de conmutación de seguridad (24) comprende una detección de cortocircuitos y cortocircuitos transversales.

6. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las señales de control (EFC 1, EFC 2) pueden compararse entre sí mediante el equipo de conmutación de seguridad (24) y puede detectarse la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad a partir del resultado de la comparación.

7. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las señales de control (EFC 1, EFC 2) presentan un primer nivel de señal predeterminado en el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador y pueden desconectarse mediante el control (29) para llevar a cabo un trayecto a la posición segura.

8. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los niveles de señal de las señales de control (EFC 1, EFC 2) pueden compararse entre sí mediante el equipo de conmutación de seguridad (24) y puede detectarse la existencia de un fallo relevante para la seguridad en el circuito de seguridad porque las señales de control presentan distintos niveles de señal durante un período de tiempo predeterminado.

9. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, mediante el control, pueden conmutarse al menos dos conmutadores (39, 40) en los que está aplicada en el lado de la entrada respectivamente una de las señales de prueba, estando formadas las señales de control (EFC 1, EFC 2) por las señales de salida de los conmutadores (39, 40).

10. Sistema de seguridad según la reivindicación 9, **caracterizado porque** los conmutadores (39, 40) están cerrados en el funcionamiento de acuerdo con la disposición del aerogenerador y pueden abrirse mediante el control (29) para llevar a cabo un trayecto a la posición segura.

11. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al control (29) puede suministrarse al menos una señal de entrada que puede evaluarse por este, pudiendo generarse las señales de control (EFC 1, EFC 2) dependiendo de la al menos una señal de entrada.

12. Sistema de seguridad según la reivindicación 11, **caracterizado por** un equipo de sensor unido al control (29) y que comprende al menos un sensor (26, 27), mediante el cual puede generarse la señal de entrada dependiendo de al menos una señal de sensor, que es dependiente de al menos un parámetro de funcionamiento del aerogenerador.

13. Sistema de seguridad según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el sensor (26, 27) está previsto de manera redundante, de manera que la señal de entrada puede suministrarse de manera redundante al control (29) en forma de al menos dos señales de entrada.

14. Sistema de seguridad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el equipo de transmisión (32) comprende anillos colectores de señal de control (30, 31) por los cuales pueden guiarse las señales de control (EFC 1, EFC 2) y anillos colectores de señal de prueba (37, 38) por los cuales pueden guiarse las señales de prueba.

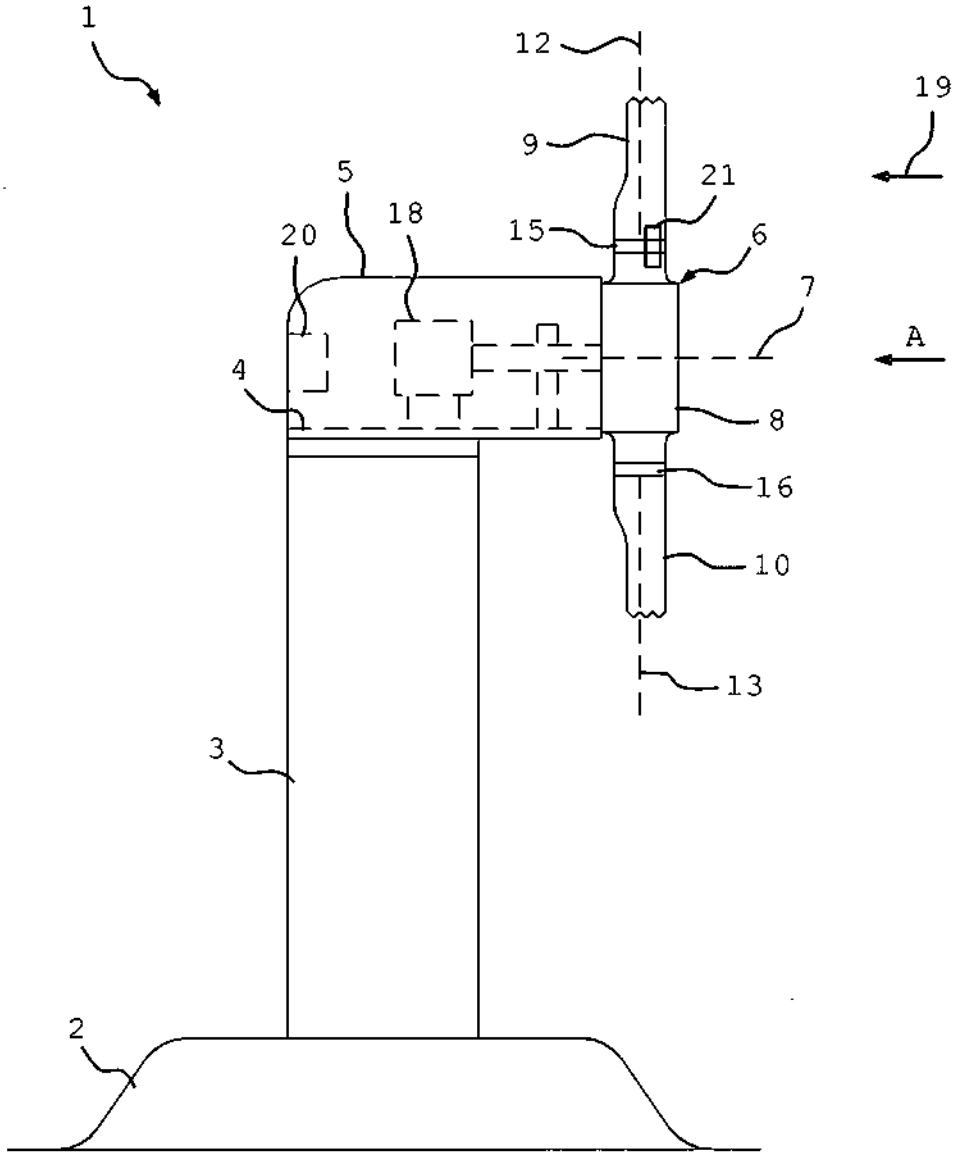


Fig. 1

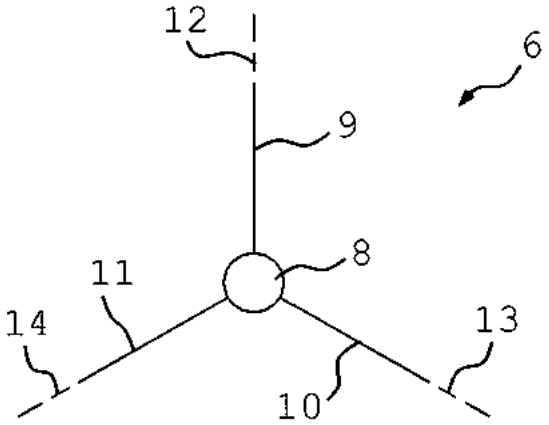

12
6
9
8
11
14
13
10

Fig. 2

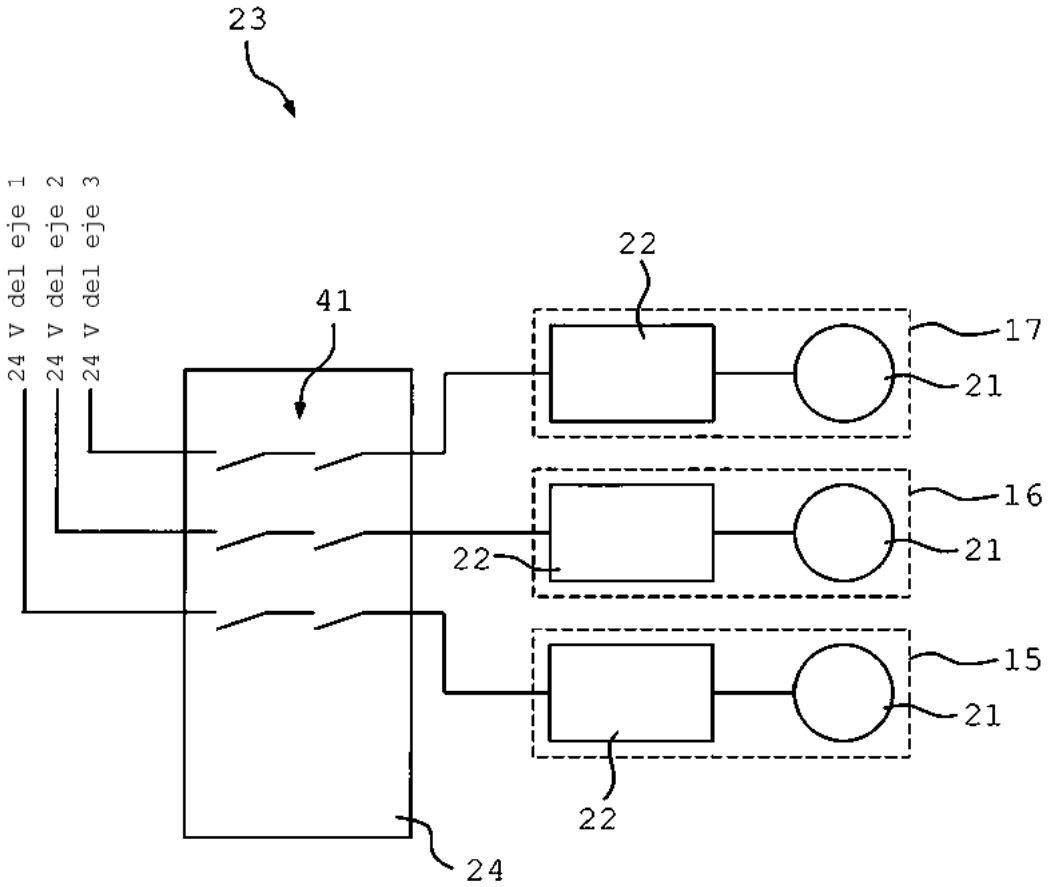

23
24 V del eje 1
24 V del eje 2
24 V del eje 3
41
22
17
21
16
22
21
15
21
22
24

Fig. 3

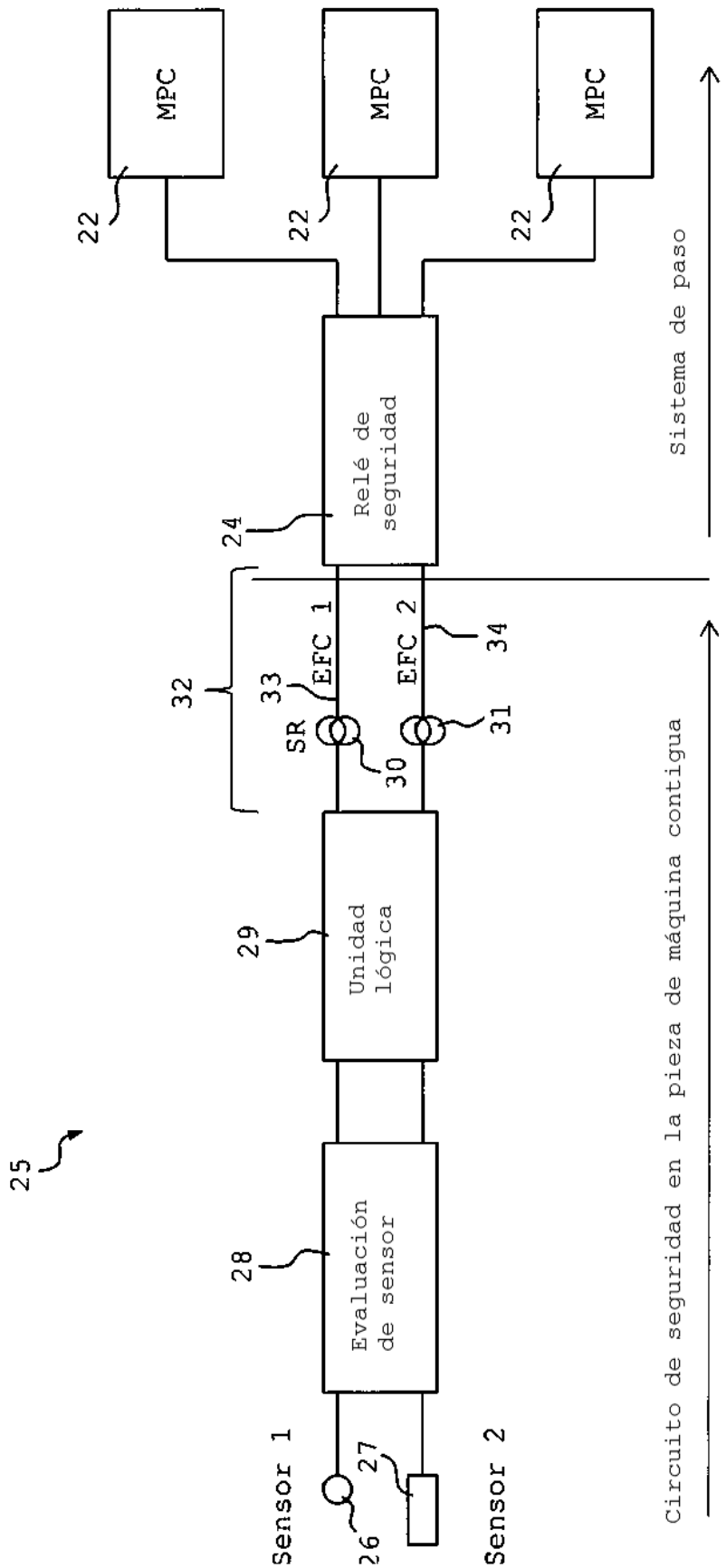
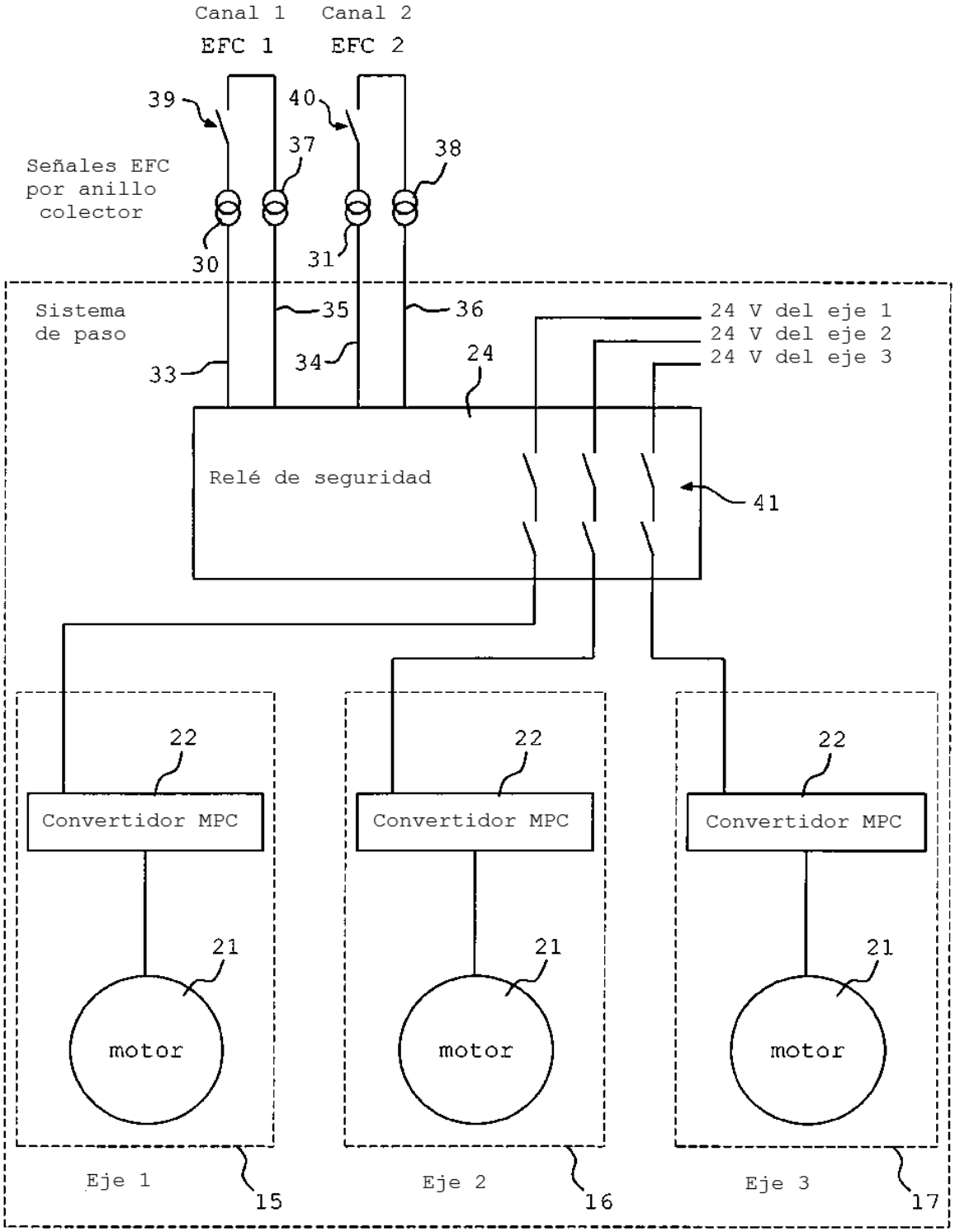


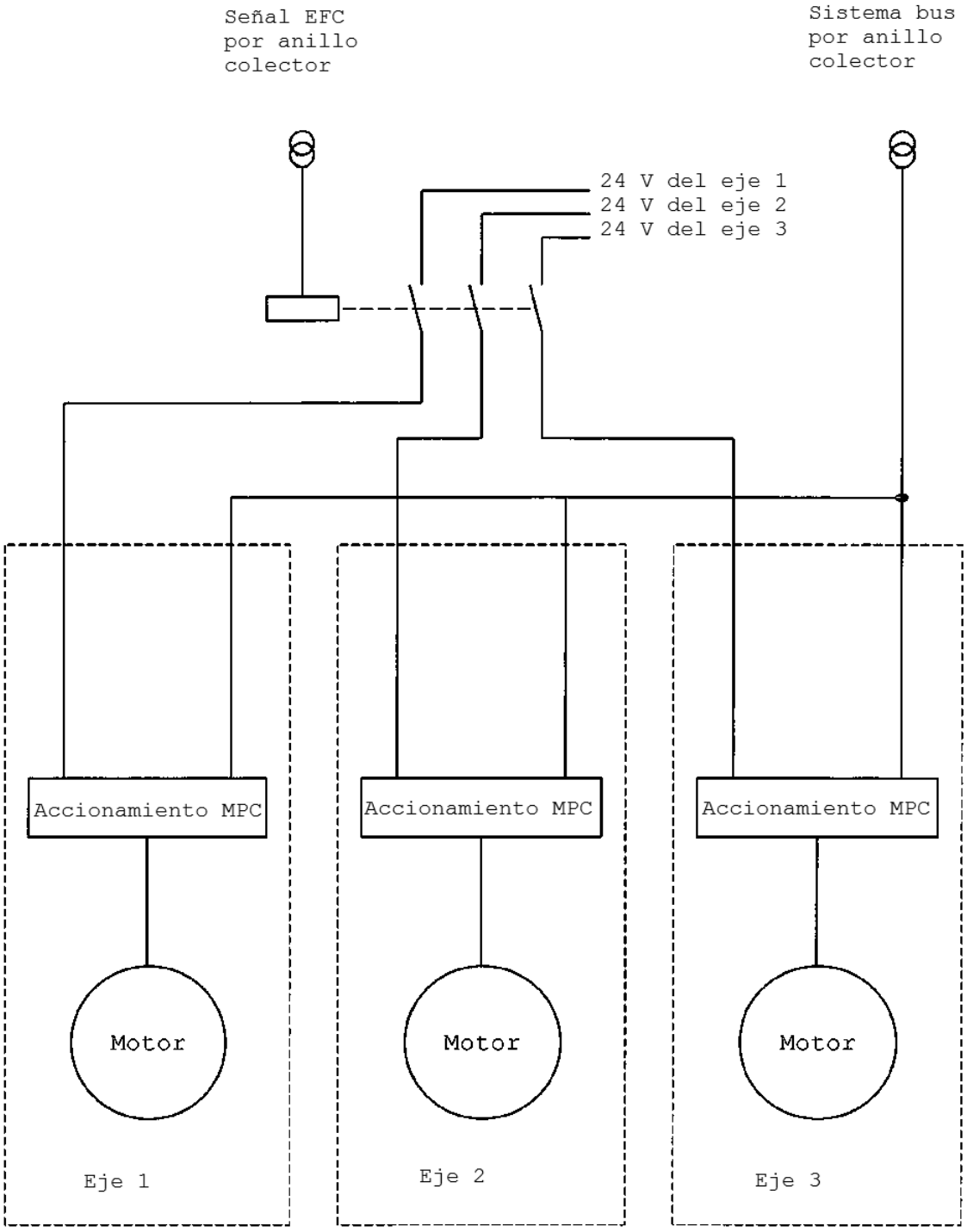
Fig. 4

Ejemplo de una cadena de seguridad en un aerogenerador



Ejemplo de una transmisión segura del SPR/CS al sistema de paso

Fig. 5



Ejemplo: señal EFC de un canal y comunicación bus

Fig. 6