

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 215**

51 Int. Cl.:

H02J 3/16 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2016** **E 16154316 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 3068006**

54 Título: **Sistema de control para un aerogenerador / parque eólico y procedimiento de control**

30 Prioridad:

13.03.2015 DE 102015003169

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

29.01.2020

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**KOESTL, TOBIAS y
MEWS, OLIVER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 739 215 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

Sistema de control para un aerogenerador / parque eólico y procedimiento de control

5 La invención se refiere a un sistema de control para un aerogenerador o parque eólico. El sistema de control está diseñado para procesar valores medidos y/o requerimientos externos con el fin de determinar las especificaciones de control para el funcionamiento del aerogenerador o parque eólico. El sistema de control comprende una entrada para un valor real de la frecuencia de red. La invención se refiere además a un procedimiento de control correspondiente.

10 La gestión de los aerogeneradores y de los parques eólicos se produce normalmente en dependencia de las condiciones ambientales y del estado de funcionamiento del aerogenerador y/o del parque eólico, así como en dependencia de los requisitos formulados desde el exterior. El sistema de control está diseñado para procesar la información relevante y determinar las especificaciones de control para la gestión del aerogenerador o parque eólico. Las especificaciones de control se transmiten a elementos de regulación adecuados del aerogenerador o parque eólico, de modo que el estado de funcionamiento se ajuste de acuerdo con las especificaciones de control. Entre las variables, que normalmente se procesan en el sistema de control, cuentan, por ejemplo, la tensión, la potencia activa o la potencia reactiva.

15 Otra variable que caracteriza el estado real de la red es la frecuencia de red. El hecho de que el valor real de la frecuencia de red difiera de un valor de referencia de la frecuencia de red, señala un error en el balance de potencia. En general, se produce un aumento de la frecuencia de red si se introduce más energía de la que se consume. Por el contrario, la frecuencia de red disminuye si se introduce menos energía de la que se consume. Para restablecer el equilibrio de potencia, la cantidad de potencia activa aportada se puede ajustar por el lado del generador o el consumo se puede ajustar por el lado del consumidor. El documento DE 10 2011 122 656 A1 propone, por ejemplo, conectar o desconectar determinados consumidores en función de la frecuencia de red. El documento US 2012/248772 A1 revela un sistema de control para un parque eólico según el término genérico de las reivindicaciones independientes.

20 La invención tiene por objeto presentar un sistema de control y un procedimiento de control que contribuyan a estabilizar la red eléctrica. Partiendo del estado de la técnica mencionado, la tarea se resuelve con las características de la reivindicación 1. Otras formas de realización ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

30 Según la invención, el sistema de control convierte una desviación del valor real de la frecuencia de red respecto a un valor de referencia de la frecuencia de red en una especificación de control para la tensión.

35 En primer lugar se explican algunos términos. Los valores de medición procesados en el sistema de control representan información sobre las condiciones ambientales (como la fuerza del viento, la dirección del viento, etc.) o información sobre el estado de los elementos del aerogenerador o parque eólico (por ejemplo, la tensión, la potencia activa, la potencia reactiva, el par de giro eléctrico de un generador, etc.). Los requisitos desde el exterior pueden ser, por ejemplo, los requisitos de un operador de red que formula determinadas especificaciones para el funcionamiento de un parque eólico, como una tensión teórica. Desde la perspectiva del control de un aerogenerador, requisito puede consistir, por ejemplo, en una especificación de un sistema de control central para el parque eólico (parque maestro). La frecuencia de red define la frecuencia de la tensión alterna en la red eléctrica.

40 La invención se aprovecha del hecho de que las especificaciones de control para el voltaje contribuyen indirectamente a la estabilización de la red. Con la invención se aprovecha que, en el caso de consumidores conectados a la red directamente y sin sistema electrónico de potencia, se puede influir en la absorción de energía a través de la tensión. Cuanto mayor sea el voltaje, tanto mayor será la potencia absorbida por el consumidor y viceversa. Por lo tanto, mediante un cambio de tensión en la red se puede influir indirectamente en el balance de potencia. Por el contrario, los procesos en los que el suministro de energía activa se ajusta por el lado del generador o en los que los consumidores se conectan o desconectan en el lado del consumidor, contribuyen directamente a la estabilización de la red.

50 En principio se sabe que existe una relación entre la tensión de la red y la absorción de energía por parte de los consumidores con resistencia constante, véase el documento DE 10 2011 122 580 A1. No se describe en dicho documento la determinación de una especificación de control para la tensión en función de la frecuencia de red.

Los aerogeneradores se diseñan generalmente de manera que influyan en la tensión de la red a través de la cantidad de potencia reactiva suministrada. Por consiguiente, en el marco de la invención se puede prever que la especificación de control para el voltaje determinado por el sistema de control se convierta en un requisito de potencia reactiva para un aerogenerador.

55 Se puede prever un componente de cálculo que, teniendo en cuenta más informaciones, convierta la especificación de control de la tensión en un requisito de potencia reactiva para un aerogenerador. Sin embargo, este cálculo es generalmente muy complejo, ya que la proporción de potencia reactiva suministrada depende generalmente de muchos factores. Por esta razón se prevé en una variante de realización preferida, que la especificación de control de la tensión se transmita a un sistema de control de potencia reactiva en forma de un valor teórico de tensión. El

sistema de control de potencia reactiva convierte el valor teórico de tensión en un requisito de potencia reactiva para uno o más aerogeneradores. El sistema de control de potencia reactiva puede ser un elemento de un aerogenerador.

5 La especificación de voltaje determinada por medio del sistema de control puede ser un valor de voltaje absoluto. Alternativamente, se puede tratar de una especificación de control relativa relacionada con la tensión momentánea, siendo posible que la tensión momentánea sea un valor real o un valor teórico. La segunda especificación de control puede ser un valor de voltaje fijo. Por medio de la especificación de control se puede congelar, por ejemplo, la tensión momentánea. Así se evita que la red se desestabilice por una variación del voltaje.

10 En otra forma de realización, la especificación de control puede consistir en la definición de un valor umbral que no debe superarse en una dirección. Con preferencia se excluye una superación del valor umbral hacia arriba, si la frecuencia real de la red es inferior al valor teórico y una superación del valor umbral hacia abajo, si la frecuencia real de la red es superior al valor teórico. El valor umbral puede corresponder, por ejemplo, a la tensión momentánea.

15 Para evitar que a causa de la especificación de control se produzca una sobrecarga de los componentes de un aerogenerador o parque eólico, se puede prever un limitador que limite la especificación de control de forma que se cumplan los límites de tensión del sistema especificados.

20 Es posible que el sistema de control según la invención convierta cada desviación de la frecuencia de red en una especificación de control para la tensión. Alternativamente, el sistema de control puede presentar una banda muerta de la desviación de la frecuencia de red dentro de la cual la especificación de control es pasiva, es decir, o bien no se determina ninguna especificación de control para la tensión o bien la especificación de control no se utiliza para influir en el funcionamiento del aerogenerador. La banda muerta puede extenderse a ambos lados de un valor teórico de la frecuencia de red. El límite de la banda muerta se puede encontrar, por ejemplo, a un a distancia de 0,1 Hz y 2 Hz, preferiblemente de entre 0,2 Hz y 1 Hz, del valor teórico de la frecuencia de red. La zona muerta puede ser simétrica en relación con el valor teórico de la frecuencia de red. Partiendo en el caso de una banda muerta simétrica de una frecuencia de red de 50 Hz y de un valor umbral de 0,5 Hz, la banda muerta se abandona con 49,5 Hz o 50,5 Hz, respectivamente. Dentro de la banda muerta, la tensión se ajusta de forma convencional; fuera de la banda muerta, se influye en el funcionamiento del aerogenerador a través de la especificación de control según la invención.

30 La diferencia entre el valor real de la frecuencia de red y el valor teórico de la frecuencia de red (desviación de frecuencia) se puede determinar en el sistema de control según la invención. Preferiblemente, el valor medido para el valor real de la frecuencia se filtra de antemano para evitar que el sistema de control reaccione a las fluctuaciones a corto plazo de la señal de frecuencia. El valor teórico de la frecuencia de red se puede almacenar en el sistema de control o suministrar desde el exterior.

35 El sistema de control según la invención se puede diseñar de manera que comprenda un primer módulo de control y un segundo módulo de control. El primer módulo de control puede ser un módulo de control que determine un valor teórico de tensión teniendo en cuenta la tensión medida, la potencia activa medida y/o la potencia reactiva medida. Con preferencia, la frecuencia de la red no se tiene en cuenta en el primer módulo de control. El valor teórico de tensión se determina preferiblemente para un aerogenerador. En una forma de realización preferida, el primer módulo de control determina los valores teóricos de tensión para varios aerogeneradores. Los valores teóricos de tensión pueden ser los mismos para todos los aerogeneradores. Alternativamente, es posible determinar valores teóricos de tensión individuales, que pueden ser diferentes para cada uno de los aerogeneradores.

40 El segundo módulo de control puede configurarse según la invención para convertir una desviación del valor real de la frecuencia de red respecto a un valor teórico de la frecuencia de red en una especificación de control para la tensión. Es preferible que el primer módulo de control y el segundo módulo de control interactúen funcionalmente. El primer módulo de control y el segundo módulo de control se pueden disponer en el espacio juntos o por separado.

45 El primer módulo de control y el segundo módulo de control pueden interactuar de manera que el primer módulo de control tenga prioridad si la desviación de frecuencia es igual a cero o el valor real de la frecuencia de red se encuentra dentro de una banda muerta, y que el segundo módulo de control sólo influya en el funcionamiento del aerogenerador si la desviación de la frecuencia de red se encuentra fuera de la banda muerta. Por ejemplo, al salir de la banda muerta, se puede cambiar entre el primer módulo de control y el segundo módulo de control, de modo que ya no sea el valor teórico de tensión del primer módulo de control el que influya en el funcionamiento del aerogenerador, sino que lo haga la especificación de control del segundo módulo de control. Alternativamente, al salir de la banda muerta, la especificación de control del segundo módulo de control se puede conectar adicionalmente al valor teórico de tensión del primer módulo de control, creando así un valor teórico de tensión combinado que influya en el funcionamiento del aerogenerador. En especial, con estas variantes es posible que el primer módulo de control se disponga en el nivel del parque maestro y el segundo módulo de control en un aerogenerador.

60 En otra forma de realización, el sistema de control se puede diseñar de manera que la especificación de control del segundo módulo de control forme una variable que se procese en el primer módulo de control junto con otras variables. Si el primer módulo de control procesa, por ejemplo, un valor teórico de tensión como variable de entrada, la especificación de control del segundo módulo de control se puede conectar adicionalmente a este valor teórico de

tensión. Se obtiene, como resultado, un valor teórico de tensión modificado, que se procesa en el primer módulo de control como variable de entrada. Al procesar esta variable de entrada modificada junto con otras variables en el primer módulo de control, se produce un valor teórico de tensión como variable de salida en la que se ha tenido en cuenta la especificación de control del segundo módulo de control. En esta variante de realización puede resultar ventajoso que tanto el primer módulo de control como el segundo módulo de control se dispongan en el nivel del parque maestro.

El valor teórico de tensión, que se procesa en el primer módulo de control como variable de entrada, se puede referir a un punto de transferencia común de un parque eólico. El valor teórico de tensión, que se genera como una variable de salida, se puede determinar para uno o varios aerogeneradores. La constante de tiempo del primer módulo de control se selecciona preferiblemente de forma que la variable de salida se adapte en pocos segundos a la variable de entrada modificada.

En esta forma de realización también se entiende que la especificación de control del segundo módulo de control sea preferiblemente igual a cero, siempre y cuando la desviación de frecuencia se encuentre dentro de la banda muerta. Una especificación de control para la tensión que difiera de cero se genera tan pronto como el valor real de la frecuencia de red se encuentre fuera de la banda muerta. Con preferencia, la especificación de control generada por el segundo módulo de control sólo tiene un efecto de aumento de la tensión, si el valor real de la frecuencia de red es mayor que el valor teórico. Preferiblemente, la especificación de control sólo tiene un efecto de reducción de la tensión, si el valor real de la frecuencia de red es inferior al valor teórico de la frecuencia de red. La especificación de control distinta a cero se puede añadir al valor teórico de tensión que forma la variable de entrada para el primer módulo de control. Por ejemplo, la entrada de control puede estar relacionada con la desviación de frecuencia a través de una relación proporcional. Preferiblemente, la especificación de control se limita a un límite inferior y otro superior para asegurar que se cumplan los límites del sistema.

En una forma de realización preferida, el sistema de control según la invención es un parque maestro que determina las especificaciones para una pluralidad de aerogeneradores. Las especificaciones pueden ser las mismas para todos los aerogeneradores. Alternativamente, el parque maestro se puede diseñar para la determinación de especificaciones individuales para los distintos aerogeneradores, en particular para la determinación de valores teóricos de tensión individuales para los distintos aerogeneradores.

La invención se refiere además a un procedimiento de control de un aerogenerador o parque eólico en el que se procesan valores medidos y/o requisitos externos para determinar las especificaciones de control para la gestión del aerogenerador o parque eólico. En este procedimiento, se procesa un valor real de la frecuencia de red. Según la invención, una desviación del valor real de la frecuencia de red respecto a un valor real de la frecuencia de red se convierte en una especificación de control para la tensión.

El procedimiento se puede perfeccionar con características adicionales que se describen en relación con el sistema de control según la invención. El sistema de control también se puede perfeccionar con otras características que se describen en relación con el procedimiento según la invención.

La invención se describe a continuación con referencia a los dibujos adjuntos a la vista de unos ejemplos de formas de realización ventajosas. Se ve en la:

Figura 1: un parque eólico dotado de un sistema de control según la invención;

Figura 2: una forma de realización de un sistema de control según la invención;

Figura 3: un detalle del sistema de control de la figura 2;

Figura 4: otra forma de realización de un sistema de control según la invención y

Figura 5: otra forma de realización de un sistema de control según la invención.

Un parque eólico mostrado en la figura 1 comprende cinco aerogeneradores 1, 2, 3, 4, 5 y un sistema de control central (parque maestro) 7. Los aerogeneradores 1 - 5 están conectados a través de una red interna del parque eólico 60 a una red de transmisión 9 de una empresa de suministro de energía.

La estructura de los aerogeneradores 1 - 5 se explica a la vista de un ejemplo del aerogenerador 1. El aerogenerador 1 comprende un rotor 14 dispuesto de forma giratoria en una carcasa de máquina de 15 en la punta de una torre 16. El rotor 14 acciona un generador (no representado). Se trata preferiblemente de un generador asincrónico de doble alimentación, pero también son posibles otros tipos de construcción. Al generador se conecta un convertidor 17. El mismo convierte la energía eléctrica suministrada por el generador en una corriente trifásica cuya frecuencia corresponde a la frecuencia de red. El funcionamiento del aerogenerador 1 se controla por medio de un sistema de control de la instalación 18. El sistema de control de la instalación 18 actúa sobre los distintos componentes del aerogenerador 1 a través de líneas de control adecuadas (no mostradas). El sistema de control de la instalación 18 comprende especialmente un sistema de control de potencia reactiva diseñado para proporcionar una potencia reactiva correspondiente al valor teórico de tensión. En el aerogenerador 1 se prevé además un transformador (no representado) que transforma la tensión procedente del convertidor 17 a un nivel superior.

La red interna del parque eólico 60 se conecta a la red de transmisión 9 a través de un punto de enlace 69. El punto de enlace 69 se utiliza para la introducción de la energía eléctrica generada por los aerogeneradores 1 - 5 y

conducida a la red interna del parque eólico 60. En el ejemplo mostrado, la red de transmisión 9 es una red de alta tensión. Para aumentar la tensión situada en el nivel de media tensión en la red interna del parque eólico 60, se prevé un transformador de alta tensión 66.

5 El parque maestro 7 sirve para controlar la energía eléctrica alimentada en la red de transmisión 9. El mismo ejerce una función de control para los aerogeneradores 1 - 5. Con este fin, el parque maestro 7 se conecta a los aerogeneradores 1 - 5 a través de una línea de datos 74, de modo que el parque maestro 7 pueda comunicarse con los aerogeneradores 1 - 5. En particular, el parque maestro 7 determina un valor teórico de tensión para cada uno de los aerogeneradores 1 - 5.

10 Para determinar los valores teóricos de tensión, el parque maestro 7 procesa varias variables de entrada. Entre ellas cuentan las especificaciones del operador de red que se aportan al parque maestro 7 a través de la entrada 72. La especificación del operador de red se puede referir, por ejemplo, a un valor teórico de tensión en el punto de transferencia 69. El parque maestro 7 también procesa información sobre el estado real de la red. El parque maestro 7 recibe esta información de un dispositivo de medición 65, que mide variables como la tensión real, la potencia activa real o la potencia reactiva real en las proximidades del punto de transferencia 69. Estas variables de entrada se combinan y procesan en el parque maestro 7 para determinar los valores teóricos de tensión para los aerogeneradores individuales 1 - 5.

15 Según la invención, cerca del punto de transferencia 69 se dispone también un dispositivo de medición 62 para la frecuencia de red. El dispositivo de medición 62 mide el valor real de la frecuencia de red y transmite la información al parque maestro 7 a través de una entrada 71. En el parque maestro 7, el valor real de la frecuencia de red se compara con un valor teórico de la frecuencia de red. En caso de desviación, se determina una especificación de control para la tensión.

20 El parque maestro 7 comprende un primer módulo de control 20 y un segundo módulo de control 30, cuyas funciones se explican con más detalle a la vista de las figuras 2 y 3. El valor teórico de tensión en el punto de transferencia 69 obtenido a través de la entrada 72 se compara en un elemento de sustracción 21 con el valor real de tensión en el punto de transferencia 69 aportado por el dispositivo de medición 65 a través de la entrada 73. La desviación de tensión se aporta a un componente de cálculo 22. El componente de cálculo 22 recibe, a través de otra entrada 23, la información sobre cuál de los aerogeneradores 1 - 5 está actualmente en funcionamiento y determina un valor nominal para la potencia reactiva en el punto de transferencia 69. En un elemento de limitación 24 se comprueba si el valor teórico de la potencia reactiva determinado de esta manera está dentro de los límites del sistema. La información sobre la potencia activa real en el punto de transferencia 69 se procesa y aporta al elemento de limitación 24 desde el dispositivo de medición 65 a través de una entrada 74. El valor medido recibido a través de la entrada 74 se comprueba primero en un componente 25 para comprobar si se han sobrepasado determinados valores límite. El componente 25 determina a la vista de la potencia activa medida los límites dinámicos utilizados en el elemento de limitación 24 para la limitación del valor teórico de potencia reactiva.

25 En otro elemento de sustracción 26, el valor teórico así limitado para la potencia reactiva en el punto de transferencia 69 se compara con la potencia reactiva real en el punto de transferencia 69. Esta información es aportada al parque maestro por el dispositivo de medición 65 a través de una entrada 75. La desviación entre el valor real y el valor teórico se transmite a un sistema de control PI 27, que a partir de la desviación determina un valor teórico de tensión determinado para los aerogeneradores 1 - 5. Después de realizar en el componente 28 una nueva comprobación de la violación de los límites del sistema, el valor teórico de tensión se distribuye entre los distintos aerogeneradores 1 - 5 a través de un distribuidor 29.

30 Esta parte del control forma el primer módulo de control 20, en el que se determina, con independencia de la frecuencia de red, un valor teórico de tensión para los aerogeneradores 1 - 5

35 El parque maestro 7 comprende además un segundo módulo de control 30, en el que, a la vista de una desviación de frecuencia, se determina una especificación de control para la tensión. Según la figura 2, el segundo módulo de control 30 consta de un elemento de sustracción 31 y de un elemento de control 32. La especificación de control determinada en el elemento de control 32 se transmite a través de una salida 33 a un elemento de adición 34, en el que la especificación de control se conecta adicionalmente al valor teórico de tensión que el parque maestro 7 recibe a través de la entrada 72. El valor teórico de tensión así modificado forma una variable de entrada para el primer módulo de control 20. En el marco de la constante de tiempo del sistema de control PI, el primer módulo de control 20 se ajusta al nuevo valor de teórico y determina nuevos valores teóricos de tensión como variables de salida que se transmiten a los aerogeneradores de 1 a 5.

40 El valor de medición para el valor real de la frecuencia de red aportado a través de la entrada 71 se compara en el elemento de sustracción 31 con el valor teórico 76 de la frecuencia de red, que en este ejemplo es de 50 Hz. Según la figura 3, la diferencia se aporta a un módulo de banda muerta 35, en el que la diferencia se ajusta a cero siempre y cuando el valor de frecuencia real se mueva dentro de una banda muerta que oscile entre 49,5 Hz y 50,5 Hz. Con una desviación de frecuencia de más de 0,5 Hz, la diferencia se transmite a un elemento proporcional 36, que convierte la desviación de frecuencia en una desviación de tensión. La desviación de tensión se puede ajustar, por ejemplo, a 0,025 pu por cada hertzio de desviación de frecuencia. La unidad pu es una unidad relativa relacionada con la tensión nominal, correspondiendo 0,025 pu a una desviación del 2,5% de la tensión nominal.

5 La desviación de tensión determinada en el elemento proporcional 36 se limita en un elemento de limitación 37 hacia arriba y hacia abajo hasta un valor máximo. El valor máximo puede corresponder, por ejemplo, a una desviación de tensión de 0,05 pu. El módulo de banda muerta 35, el elemento proporcional 36 y el elemento de limitación 37 forman juntos el elemento de control 32. La desviación de tensión determinada en el elemento de control 32 se transmite a través de la salida al elemento de adición 34 y se conecta adicionalmente al valor teórico de tensión 72. Con una especificación de control de +0,05 pu, el valor teórico de tensión 72, que se procesa en el primer módulo de control 20, aumenta en un 5 %. Con una especificación de control de -0,02 pu, el valor teórico de tensión disminuye, por lo tanto, en un 2 %.

10 Una desviación de frecuencia ascendente se produce normalmente cuando se introduce más energía eléctrica en la red que la que absorben los consumidores. Al aumentar el valor teórico de tensión 72 mediante la especificación de control del segundo módulo de control 30, se obtiene una tensión real superior en la red de transmisión 9. Los consumidores conectados a la red de transmisión 9, que tienen una resistencia eléctrica constante, es decir, que se conectan directamente a la red sin sistema electrónico de potencia, absorben más potencia y, por lo tanto, contribuyen de forma indirecta a la estabilización de la red. Por el contrario, la absorción de energía de estos consumidores disminuye si el valor real de la frecuencia de red es inferior al valor teórico, lo que contribuye igualmente a la estabilización de la red.

15 En la forma de realización alternativa de la figura 4, la especificación de control de tensión determinada por el elemento de control 32 no se conduce a la entrada sino a la salida del primer módulo de control 20, donde se conecta con un elemento de adición 38 a los valores teóricos de tensión conducidos por el distribuidor 29 a los aerogeneradores 1 - 5. El efecto estabilizador en la red de transporte 9 es correspondiente. En esta variante de realización resulta especialmente posible que el elemento de adición 38 y el segundo módulo de control 30 sean elementos de un aerogenerador, mientras que el primer módulo de control 20 se dispone en el nivel del parque maestro 7. El segundo módulo de control 30 y el elemento de adición 38 se pueden prever por separado en cada aerogenerador que reciba especificaciones del primer módulo de control 20.

20 En la otra forma de realización representada en la figura 5, el elemento de control 32 no determina un valor relativo para la especificación de tensión referida a un valor absoluto de tensión, sino que en la salida 33 del elemento de control 32 se registra directamente un valor absoluto para la especificación de tensión. Esta especificación de control se combina en un módulo de banda muerta 39 con un valor teórico de tensión del distribuidor 29. Mientras que la desviación de frecuencia sea inferior a 0,5 Hz, es decir, mientras que el valor real de la frecuencia de red se encuentra dentro de la banda muerta, el valor teórico de tensión del distribuidor 29 tiene prioridad. Si el valor real de la frecuencia de red sale de la banda muerta, el módulo de banda muerta 39 se conmuta y la especificación de control 33 del elemento de control 32 tiene prioridad. El efecto estabilizador sobre la red eléctrica es el mismo que en las versiones descritas anteriormente. En esta forma de realización resulta especialmente posible que el módulo de banda muerta 39 y el segundo módulo de control 30 sean elementos de un aerogenerador, mientras que el primer módulo de control 20 se dispone en el nivel del parque maestro 7. El segundo módulo de control 30 y el módulo de banda muerta se pueden prever por separado en cada aerogenerador que reciba especificaciones del primer módulo de control 20.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de control para un aerogenerador o un parque eólico (1 - 5), diseñándose el sistema de control (7) para procesar valores de medición (65) y/o requisitos externos (72) con el fin de determinar las especificaciones de control para el funcionamiento del aerogenerador o parque eólico (1 - 5), presentando el sistema de control (7) una entrada para un valor real (71) de la frecuencia de red, caracterizado por que el sistema de control (7) convierte una desviación del valor real (71) de la frecuencia de red de un valor teórico (76) de la frecuencia de red en una especificación de control (33) para la tensión en la red (9).
- 10 2. Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado por que la especificación de control (33) para la tensión se transmite a un regulador de potencia reactiva (18) en forma de valor teórico de tensión.
- 15 3. Sistema de control según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la especificación de control (33) para la tensión se refiere a la tensión momentánea (72).
4. Sistema de control según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la especificación de control (33) define un valor umbral para la tensión que no se debe superar en una dirección.
- 20 5. Sistema de control según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por un limitador (37) para la especificación de control (33), de modo que se evite una superación de los límites del sistema.
- 25 6. Sistema de control según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por una banda muerta de frecuencia (35) dentro de la cual la especificación de control (33) es pasiva.
- 30 7. Sistema de control según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por comprender un primer módulo de control (20) y un segundo módulo de control (30), determinando el primer módulo de control (20) un valor teórico de tensión teniendo en cuenta la tensión medida, la potencia activa medida y/o la potencia reactiva medida, y convirtiendo el segundo módulo de control (30) una desviación del valor real (71) de la frecuencia del valor teórico (76) de frecuencia en una especificación de control (33) para la tensión.
- 35 8. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado por que el primer módulo de control (20) tiene prioridad si la frecuencia de red se encuentra dentro de una banda muerta (39).
9. Sistema de control según la reivindicación 8, caracterizado por que la especificación de control (33) del segundo módulo de control (30) se conecta adicionalmente al valor teórico de tensión determinado por el segundo módulo de control (20), si el valor real (71) de la frecuencia de red se encuentra fuera de una banda muerta (35).
- 40 10. Sistema de control según la reivindicación 7, caracterizado por que la especificación de control (33) del segundo módulo de control (30) se procesa en el primer módulo de control (20).
- 45 11. Sistema de control según la reivindicación 10, caracterizado por que la especificación de control (33) del segundo módulo de control (30) se conecta a un valor teórico de tensión (72) que se procesa en el primer módulo de control (20) como variable de entrada.
- 50 12. Sistema de control según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por que el primer módulo de control (20) se dispone en el nivel de un parque maestro (7) y por que el segundo módulo de control (30) es un elemento de un aerogenerador.
13. Sistema de control según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el sistema de control es un parque maestro (7) que determina las especificaciones para una pluralidad de aerogeneradores (1 - 5).
- 55 14. Procedimiento para el control de un aerogenerador / parque eólico (1 - 5), en el que se procesan valores de medición (65) y/o requisitos externos (72) para determinar las especificaciones de control para el funcionamiento del aerogenerador / parque eólico (1 - 5), y en el que se procesa un valor real (71) de la frecuencia de red, caracterizado por que una desviación del valor real (71) de la frecuencia de red con respecto a un valor deseado (76) de la frecuencia de red se convierte en una especificación de control (33) para la tensión de la red.
- 60 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que la especificación de control (33) para la tensión se convierte en un requisito de potencia reactiva (18) para un aerogenerador (1 - 5).

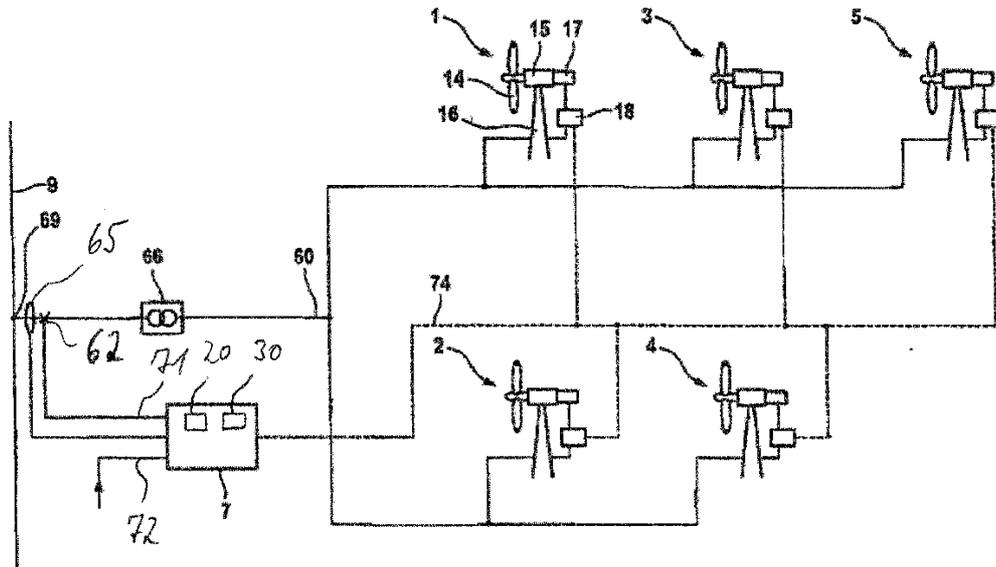


Fig. 1

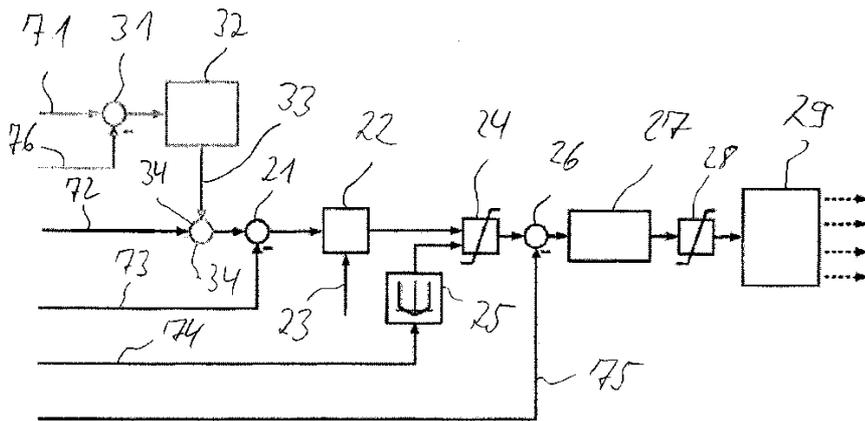


Fig. 2

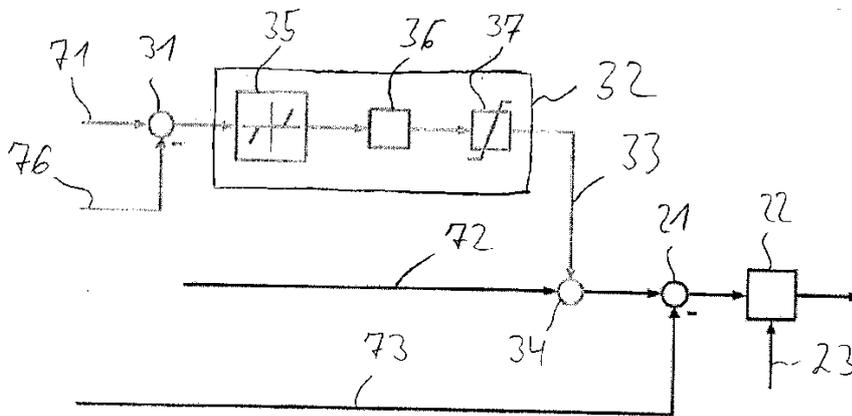


Fig. 3

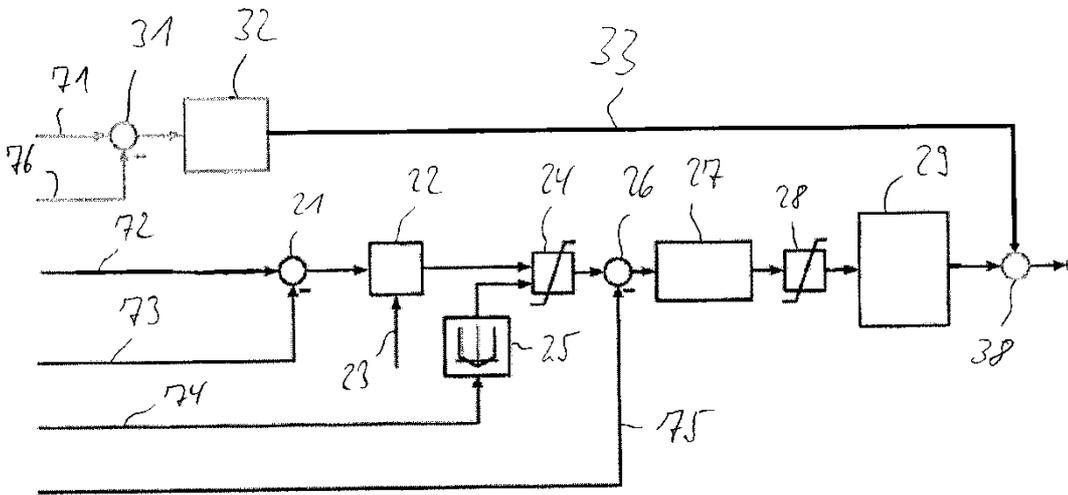


Fig. 4

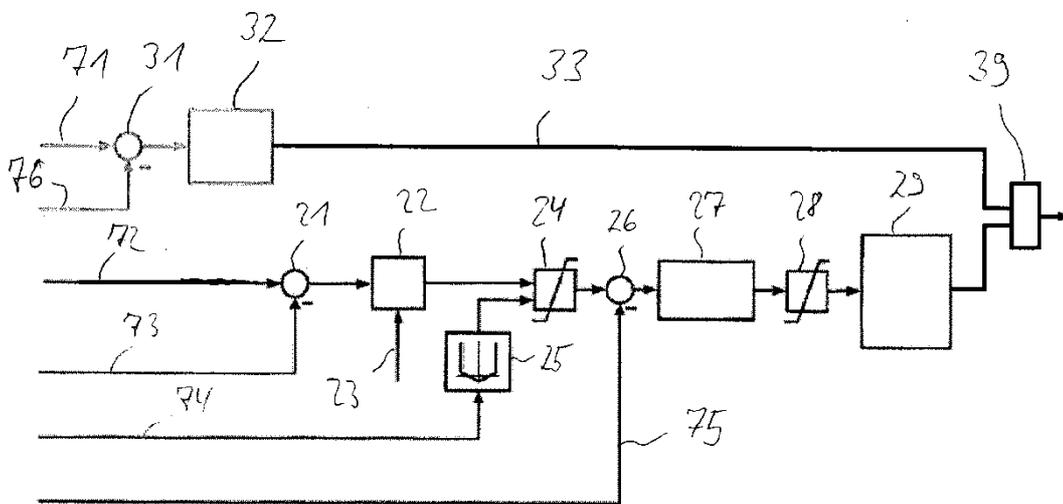


Fig. 5