



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 314 535**

51 Int. Cl.:
H02J 3/38 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05021479 .0**
96 Fecha de presentación : **30.09.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1643609**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

54 Título: **Instalación eólica con control de convertidor y procedimiento de servicio.**

30 Prioridad: **01.10.2004 DE 10 2004 048 339**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2009

73 Titular/es: **REpower Systems AG.**
Überseering 10
22279 Hamburg, DE

72 Inventor/es: **Fortmann, Jens y**
Letas, Heinz-Hermann

74 Agente: **López Bravo, Joaquín Ramón**

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

DESCRIPCIÓN

Instalación eólica con control de convertidor y procedimiento de servicio.

La invención se refiere a una instalación de energía eólica comprendiendo un rotor, un generador accionado por este con un convertidor para la alimentación de energía eléctrica en una red de distribución a través de un punto de enlace y un dispositivo de control, presentando el dispositivo de control un control de convertidor.

Las instalaciones de energía eólica se construyen con formas de realización cada vez más potentes. Se instalan en parte de forma individual y en parte unidas en grupos en forma de llamados parques eólicos. Esto se lleva a cabo preferentemente en emplazamientos con alto nivel de energía eólica como en puntos elevados (colinas o montes), en llanuras extensas, costas o también en el mar cerca de la costa. Estos emplazamientos tienen en común que se encuentran regularmente en zonas escasamente urbanizadas. Un grado de urbanización escaso significa la mayoría de las veces que la red de distribución eléctrica sólo presenta una capacidad reducida. Para la decisión de si en la red de distribución puede ser aceptada otra instalación de energía eólica (o también varias instalaciones de energía eólica) es altamente importante el aspecto de compatibilidad de la instalación de energía eólica con la red, en particular cuando una instalación relativamente potente debe funcionar en un emplazamiento alejado desde el punto de vista de la red de distribución eléctrica.

Un criterio importante para el servicio seguro en la red de distribución eléctrica es la estabilidad de tensión. Esto no sólo es válido en el caso de altas potencias de alimentación, tales como se consiguen mediante instalaciones modernas de energía eólica individuales y sobre todo agrupadas, sino también para una conexión a redes de distribución de alta y muy alta tensión como redes de distribución eléctrica. En este caso es de particular importancia el aspecto de nivel de tensión de la red de distribución eléctrica. Debido a la estructura interconectada sobre todo de las redes de alta y muy alta tensión, mediante variaciones del nivel de tensión en puntos individuales es posible influir en qué líneas fluye la potencia eléctrica en primer lugar. Mediante el nivel de tensión puede conseguirse un control del flujo de carga eléctrica en la red interconectada. Para soportar un nivel de tensión deseado, ya es conocido por el feaciente uso previo el hecho de alimentar en particular potencia reactiva capacitiva a la red de distribución eléctrica. Otros parámetros importantes para garantizar una elevada compatibilidad con la red son en particular la capacidad de carga de corriente y variaciones rápidas de la tensión de red.

Del servicio de varias instalaciones de energía eólica, agrupadas mediante un ordenador central en común en un parque eólico, es conocido el hecho de medir la potencia compleja en un punto de enlace con la red de distribución eléctrica y compararla con los valores nominales predeterminados respecto al factor de potencia. El ordenador central (Parkmaster) determina de lo anteriormente expuesto valores nominales de potencia reactiva para las instalaciones de energía eólica individuales o un valor orientativo en común para todas las instalaciones de energía eólica. En el caso mencionado en último lugar, cada instalación de

energía eólica presenta un control de potencia propio al que se aplica como magnitud de entrada el valor orientativo en común. Un sistema correspondiente se describe en el documento WO-A-01/73518. En el caso mencionado en primer lugar, las instalaciones de energía eólica individuales procesan las especificaciones directamente, proporcionando más o menos potencia reactiva. Se ha propuesto un regulador de este tipo que determina en función de una potencia reactiva predeterminada una señal de mando de tensión (EP-A-1 512 869). Debido a la variación de la potencia reactiva se modifican también las tensiones y corrientes en las líneas y transmisiones en el parque eólico. Es conocido como llevar a cabo en la instalación de energía eólica individual una comparación de la tensión suministrada con la tensión nominal (WO-A-01/20745). No obstante, en particular en instalaciones de energía eólica individuales que se encuentran en el parque eólico al final de una línea larga pueden producirse aumentos de tensión no deseados. De esta manera pueden provocarse inestabilidades. La consecuencia puede ser una desconexión no deseada de instalaciones de energía eólica individuales o incluso daños en los convertidores. Una desconexión de instalaciones de energía eólica, incluso antes de que se produzcan daños en convertidores, es indeseada por dos motivos. Por un lado se reduce de esta manera el rendimiento producido por la instalación de energía eólica y por otro lado se pierde debido a la desconexión cualquier soporte de la red de distribución eléctrica proporcionado por la instalación de energía eólica afectada.

El objetivo de la invención consiste en perfeccionar una instalación de energía eólica del tipo inicialmente mencionado y un procedimiento de servicio de tal manera que se consiga un mejor comportamiento en la red.

El objetivo conforme a la invención se consigue con las características de las reivindicaciones independientes. Variantes ventajosas son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Conforme a la invención, en una instalación de energía eólica comprendiendo un rotor, un generador accionado por el mismo, un convertidor para la alimentación de energía eléctrica en una red a través de un punto de enlace y un dispositivo de control, presentando el dispositivo de control un control de convertidor, está previsto que el dispositivo de control presente una conexión de entrada para un valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll), estando previsto un regulador complementario en cuya entrada está conectado el valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll) y en cuya salida se emiten valores nominales de potencia reactiva y se aplican al control de convertidor, detectándose la tensión realmente suministrada por la instalación de energía eólica con ayuda de un sensor y estando configurado el regulador complementario para calcular valores nominales de potencia reactiva a partir de la diferencia del valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll) y de la tensión realmente suministrada por la instalación de energía eólica.

La invención se basa en la idea de realizar el dispositivo de control de instalaciones de energía eólica de tal manera que, a diferencia del estado de la técnica, no se especifica directamente para el dispositivo de control de convertidor el coeficiente de potencia a suministrar o la potencia reactiva capacitiva o inductiva

que debe proporcionar la instalación de energía eólica, sino que se varía en vez de ello el valor predeterminado para la tensión U_{so} a suministrar. La tensión nominal se ajusta de tal manera que como consecuencia se establezca el coeficiente de potencia deseado en el punto de enlace entre la instalación de energía eólica y la red de distribución eléctrica.

Este coeficiente de potencia deseado en la red debe diferenciarse de la especificación de un valor de potencia reactiva o de un determinado factor de potencia para el control de convertidor. Este último lo determina conforme a la invención el regulador complementario en base a la tensión nominal aplicada. El núcleo de la invención consiste en que para el control de convertidor ya no se especifica directamente el factor de potencia deseado en el punto de enlace, sino que en vez del mismo se aplica en el dispositivo de control de la instalación de energía eólica sólo un valor nominal de la tensión de salida deseada y este dispositivo de control se encarga de determinar de este valor nominal las especificaciones de la potencia activa y la potencia reactiva y realizar las mismas mediante un mando apropiado del convertidor, por lo que en el punto de enlace se obtiene como resultado el factor de potencia deseado.

Gracias a la invención se consiguen ventajas considerables: en primer lugar se ejerce un control de la tensión en la instalación de energía eólica. La potencia final máxima posible de la instalación de energía eólica está disponible para garantizar la estabilidad de la red sin que exista el peligro de provocar inestabilidades en servicio o incluso daños en las instalaciones de energía eólica y en sus componentes, ya que gracias a la invención no se producen variaciones de tensión perjudiciales. Esto permite prescindir de factores de reducción de seguridad, o prever los mismos sólo en una medida considerablemente reducida. De esta manera mejoran el aprovechamiento y el comportamiento en servicio de la instalación de energía eólica.

Asimismo, ya no se da el problema presente en la regulación convencional de instalaciones de energía eólica de que, en el caso de producirse variaciones de tensión en la red en forma de impulsos (Spikes), es posible calcular un nuevo factor de potencia, pero el convertidor no puede realizar el mismo lo suficientemente rápido, por lo que intenta seguir el impulso con el factor de potencia antiguo. Gracias a la invención, las instalaciones de energía eólica individuales se comportan incluso durante procesos tan rápidos de manera deseada, es decir, mantienen los valores nominales de potencia reactiva ajustados.

Debido a que no se especifica ningún valor nominal determinado para el factor de potencia sino una tensión nominal, al regulador complementario de la instalación de energía eólica se le facilita ajustar automáticamente la respectiva relación correcta entre potencia activa y potencia reactiva. Esto tiene ventajas respecto a la robustez de la instalación de energía eólica frente a perturbaciones, en particular perturbaciones breves que aparecen de forma transitoria. La invención reúne de esta manera ventajas respecto a un comportamiento robusto por un lado y una buena aptitud para la regulación y una reacción rápida por otro lado.

A continuación se explican algunos de los conceptos usados:

Como generador se entiende una máquina que transforma energía mecánica en energía eléctrica. El

concepto comprende tanto máquinas de corriente continua como también máquinas de corriente alterna monofásicas o polifásicas. Puede tratarse de máquinas sincrónicas o de máquinas asincrónicas con alimentación simple o doble. Al generador está conectado el convertidor que puede estar realizado como convertidor completo o convertidor parcial. El tipo de construcción del convertidor es de por sí arbitrario, este puede estar realizado en particular como convertidor directo o como convertidor de circuito intermedio.

El concepto de factor de potencia debe entenderse en sentido amplio y comprende todas las informaciones que expresan una relación entre la potencia activa y la potencia reactiva. Por lo tanto, no sólo comprende el factor de potencia $\cos \varphi$ en sentido más estricto, sino también otras magnitudes que caracterizan la relación angular entre corriente y tensión, tales como por ejemplo el ángulo φ mismo, $\sin \varphi$ o $\tan \varphi$.

El regulador complementario presenta preferentemente una estructura de regulador multicanal. Esto permite combinar procesos de regulación con dinámica distinta. De esta manera puede conseguirse una reacción rápida a magnitudes de perturbación, mientras que la adaptación al valor nominal deseado se lleva a cabo de forma lenta con una dinámica reducida. Para este fin está previsto convenientemente un canal rápido con un filtro de paso alto y un canal lento con un filtro de paso bajo. El canal rápido permite reaccionar con alta dinámica a perturbaciones como por ejemplo variaciones transitorias de la tensión. Esto permite por ejemplo proporcionar rápidamente potencia reactiva cuando se producen variaciones de tensión a corto plazo. A diferencia de lo anteriormente expuesto, el canal lento permite regular la instalación de energía eólica de acuerdo con un valor de potencia reactiva especificado de forma externa (por ejemplo por el explotador de la red o por un Parkmaster). Este canal garantiza la exactitud estacionaria.

Preferentemente, en el canal lento está previsto para este fin un módulo estático de tensión. De esta manera es posible obtener en base a un valor de tensión nominal una medida para la potencia reactiva a suministrar.

Básicamente, la alimentación de la energía eléctrica generada mediante la instalación de energía eólica puede llevarse a cabo en un punto de enlace situado a nivel de media tensión o de alta tensión. En este último caso, la instalación de energía eólica está acoplada preferentemente a través de un transformador de alta tensión en el cual está previsto un dispositivo de medición para el valor real de la alta tensión. El acoplamiento de la instalación de energía eólica a la red de alta tensión es ventajosa en particular cuando la potencia instalada es alta. No obstante, presenta la desventaja de que las líneas de alta tensión se comportan eléctricamente de manera distinta que líneas de media tensión y presentan en particular debido a su capacidad, que no puede desestimarse, una llamada potencia natural con la que se obtiene un servicio óptimo. En el caso de desviaciones de la potencia natural se requiere una compensación apropiada con potencia reactiva. Es favorable que el punto de medición esté dispuesto para este fin en el lado de alta tensión del transformador de alta tensión. No obstante, se requieren dispositivos de medición y de alta tensión complejos y caros. El dispositivo de medición está realizado preferentemente de tal manera que presenta un sensor en el lado de la instalación de energía eólica del transfor-

mador de alta tensión y está previsto un dispositivo de cálculo configurado para determinar la tensión en el punto de enlace. Esto permite usar sensores más económicos para el nivel de media tensión, siempre que se conozcan las características de transmisión del transformador de alta tensión y de las líneas de conexión intercaladas.

Se ha afianzado prever para el regulador complementario un dispositivo limitador de la tensión nominal. De esta manera se consigue evitar daños en el generador o en el convertidor a causa de tensiones nominales demasiado altas. Esto es de particular importancia cuando la instalación de energía eólica está unida con el punto de enlace a través de una línea relativamente larga. Cuando el punto de medición se encuentra cerca del punto de enlace, debido a la resistencia compleja de la línea que en el caso de mayor longitud no puede desestimarse, el nivel de tensión de una instalación de energía eólica presenta otro valor, en particular un valor más alto. Sin limitación podrían producirse fácilmente daños.

Según otra configuración ventajosa de la invención está previsto un circuito de regulación superpuesto, que actúa junto con el regulador complementario y está configurado para determinar para la instalación de energía eólica individual una tensión nominal para el ajuste de un coeficiente de potencia de la energía eléctrica suministrada por varias instalaciones de energía eólica a la red de distribución. De esta manera se consigue que un dispositivo de nivel superior como por ejemplo el Parkmaster especifique para las instalaciones de energía eólica conectadas una respectiva tensión nominal para mantener un determinado coeficiente de potencia de un grupo de instalaciones de energía eólica en relación con la red de distribución. Este coeficiente está calculado de tal manera que en total se obtiene un coeficiente de potencia global deseado respecto a la red de distribución, tal como lo ha especificado el dispositivo de nivel superior. La tensión nominal calculada por el circuito de regulación superpuesto se emite como señal y se transmite a los reguladores complementarios de las instalaciones de energía eólica individuales. El regulador complementario de la instalación de energía eólica individual determina a continuación de forma autónoma en base a esta tensión nominal los respectivos valores nominales de la potencia reactiva para la instalación de energía eólica asignada al mismo. El generador y el convertidor se explotan de tal manera que la potencia reactiva y la potencia activa se generen conforme a las especificaciones obtenidas de esta manera. La tensión de salida resultante se mide y se realimenta al regulador complementario en un bucle de regulación cerrado. De esta manera se consigue que en la instalación de energía eólica se establezca la tensión nominal deseada y, como consecuencia, de forma global para el grupo de instalaciones de energía eólica.

La invención se refiere además a un procedimiento correspondiente para el servicio de una instalación de energía eólica. Respecto a una descripción más detallada se remite a las explicaciones anteriores.

La invención se explica a continuación más detalladamente con referencia al dibujo en el cual se representan ejemplos de realización ventajosos. En las figuras se muestran:

Fig. 1 Vista esquemática de un ejemplo de realización de una instalación de energía eólica conforme a la invención.

Fig. 2 Representación esquemática de un segundo ejemplo de realización con un grupo de instalaciones de energía eólica.

Fig. 3 Representación esquemática de un dispositivo de control de la instalación de energía eólica según el primer ejemplo de realización.

Fig. 4 Representación esquemática del regulador complementario del dispositivo de control reflejado en la figura 3.

En la figura 1 se muestra un ejemplo de realización de una instalación de energía eólica conforme a la invención y su conexión a una red de distribución.

A continuación se explica brevemente el tipo de construcción de la instalación de energía eólica 1. La instalación de energía eólica 1 comprende un rotor 10 dispuesto de forma giratoria en una carcasa de máquina 11 en la punta de una torre 12. El rotor 10 acciona un generador (no representado). Se trata preferentemente de un generador asincrónico con alimentación doble, pero también son posibles otros tipos de construcción de generadores. Un convertidor 17 está unido con el generador. Convierte la potencia eléctrica suministrada por el generador en una corriente trifásica con frecuencia fija (frecuencia de red). El servicio de la instalación de energía eólica se controla mediante un dispositivo de control 18. Este actúa a través de líneas de control apropiadas (no representadas) en los componentes individuales de la instalación de energía eólica 1. Asimismo, en la instalación de energía eólica 1 está previsto un transformador (no representado) que transforma la tensión suministrada por el convertidor 17 a un nivel más alto.

La instalación de energía eólica 1 está conectada a una red de distribución eléctrica 9. La red de distribución eléctrica 9 es preferentemente una red de alta tensión. Pero puede estar previsto también establecer una conexión con una red de media tensión 9' en vez de con la red de alta tensión 9. A continuación se describe más detalladamente la conexión a la red de alta tensión 9. Para unir la instalación de energía eólica 1 con la red de distribución de alta tensión 9 están previstos una línea de conexión 5, una línea de enlace 6 y un punto de enlace 69. La línea de conexión 5 puede tener una longitud considerable y, por lo tanto, resistencias, inductividades y capacidades que no se pueden desestimar. Estas se tienen en cuenta en el esquema equivalente mediante los elementos 51 y 56. La tensión al final de la línea de conexión 5 y al principio de la línea de enlace 6 se mide mediante un sensor de medición 67. En caso necesario es posible determinar también la corriente en este punto con ayuda de otro sensor de medición. Además está previsto un punto de bifurcación 65 que, en función de la conexión seleccionada de la instalación de energía eólica 1, está conectado a la red de alta tensión 9 o a la red de media tensión 9'. La conexión a la red de alta tensión 9 está simbolizada mediante una línea continua. La línea de conexión 6 a la red de alta tensión 9 comprende un transformador de alta tensión 66 y el punto de enlace 69. Las características eléctricas de los mismos se reflejan en el esquema equivalente mediante los componentes 68. La potencia eléctrica generada por la instalación de energía eólica 1 se suministra en el punto de enlace 69 a la red de alta tensión 9. En vez del sensor 67 a nivel de media tensión puede estar previsto también un sensor de tensión 67' en el lado de alta tensión del transformador de alta tensión 66. Esta disposición ofrece la ventaja de una medición

más exacta del nivel de tensión realmente existente en el punto de enlace 69. Pero tiene la desventaja de que sensores 67' apropiados para alta tensión requieren mayores gastos que un sensor para tensión media 67. Alternativamente está prevista una conexión a la red de media tensión 9' a través de un punto de enlace 69'. En esta variante se suprime un transformador de alta tensión 66.

El dispositivo de control 18 está previsto para controlar la instalación de energía eólica y la potencia suministrada a la red de distribución 9, 9'. Comprende una unidad de gestión de servicio 180 de por sí conocida y, además, un dispositivo limitador 182, un elemento diferencial 183, un regulador complementario 7 así como un control de convertidor 189. Con la unidad de gestión de servicio 180 están conectadas de manera de por sí conocida señales de medición y de control. El control de convertidor 189 controla el servicio del convertidor 17 conforme a las señales de mando proporcionadas. Proporciona en su salida de manera de por sí conocida una potencia eléctrica activa y una potencia eléctrica reactiva P y Q, respectivamente, con una tensión de salida U conforme a los valores ajustados y alimenta las mismas en la línea de conexión 2. Por lo tanto, se puede prescindir de una descripción más detallada. A una entrada del dispositivo limitador 182 está conectada una señal para la tensión nominal Usoll. El dispositivo limitador 182 está configurado para limitar valores demasiado altos de la tensión nominal Usoll a un valor aún admisible. La señal para la tensión nominal Usoll está conectada a través del elemento diferencial 183 al regulador complementario 7. Está configurado para calcular a partir de la señal para la tensión nominal Usoll señales de mando apropiadas para el control de convertidor 189. El tipo de construcción del regulador complementario 7 se explica en detalle más adelante. En el ejemplo de realización representado, la unidad de gestión de servicio 180 emite al control de convertidor 189 una señal para la potencia activa nominal. La tensión de salida se mide mediante el sensor 67 y se realimenta al elemento diferencial 183. De esta manera se pueden detectar y corregir posibles desviaciones del valor nominal Usoll.

A continuación se remite a la figura 4 en la que se muestra el tipo de construcción del regulador complementario 7. En el ejemplo de realización representado, el regulador complementario 7 está realizado como regulador de dos canales. Presenta un canal lento 71 (representado arriba) y un canal rápido 74 (representado abajo) cuyas salidas están unidas con las entradas de un elemento de adición 78. En el canal lento están previstos un filtro de paso bajo 72 y un módulo estático de tensión 73. El filtro de paso bajo 72 sirve para rechazar procesos con constantes de tiempo cortas, es decir con componentes de alta frecuencia, y para permitir el paso únicamente a los que presenten una constante de tiempo relativamente larga. Estas variaciones de la tensión nominal Usoll se suministran al módulo estático de tensión 73. Se trata de un módulo de curva característica que describe una curva característica preferentemente estática entre la tensión nominal y la potencia reactiva a proporcionar por la instalación de energía eólica. La representación en el módulo de curva característica está convenientemente normalizada a un valor estándar de la tensión nominal, por lo que funciona internamente con desviaciones de tensión ΔU relativas al valor nominal de

tensión Usoll. Como valor de salida puede estar prevista la potencia reactiva Q o una corriente i_q correspondiente. En el ejemplo de realización representado, el valor de salida es la potencia reactiva Q. Se suministra a una primera entrada del elemento de adición 78.

En la entrada del canal rápido 74 está previsto un filtro de paso alto 75. Sirve para dejar pasar procesos con constantes de tiempo pequeñas y rechazar tales con constantes de tiempo largas, es decir componentes de baja frecuencia. Durante cambios rápidos se observan frecuentemente grandes variaciones de amplitud, en particular cuando se presentan los llamados Spikes. Para evitar que esto redunde en una sobrecarga del sistema siguiente, preferentemente está previsto una limitación o un dispositivo de banda muerta. Esto permite neutralizar cambios rápidos no deseados. Para este fin está dispuesto un elemento de banda muerta 76 a continuación del filtro de paso alto 75. A continuación del elemento de banda muerta 76 sigue un regulador 77. Está dimensionado para contrarrestar desviaciones de la tensión nominal con frecuencia más alta (en particular en forma de transitorias de tensión) y modificar con este fin de forma apropiada las especificaciones relativas a la potencia reactiva a suministrar. Esto se lleva a cabo de modo que el regulador varía según necesidad los valores nominales de la potencia reactiva para el convertidor 17 de tal forma que el sistema de generador y convertidor se usa con mayor o menor excitación. De este modo varía la relación entre la potencia activa y la potencia reactiva producida por el generador. Las especificaciones modificadas para la potencia reactiva, determinadas como se ha explicado anteriormente, se suministran a la otra entrada del elemento de adición 78. La salida del mismo se conecta de la manera descrita con el control de convertidor 189.

Para conseguir un circuito de regulación cerrado, como realimentación se mide la tensión real en la línea de conexión 6 mediante el sensor 67 y se realimenta a través de la línea 70 al dispositivo de control 18 y al regulador complementario 7. El circuito de regulación está por lo tanto cerrado.

En la figura 2 se muestra un segundo ejemplo de realización que se diferencia del representado en la figura 1 porque están previstas varias instalaciones de energía eólica 1, 2, 3, 4. Las instalaciones eólicas adicionales 2, 3, 4 corresponden respecto a su tipo de construcción a la instalación de energía eólica 1. Respecto a la explicación se remite a lo anteriormente expuesto. Adicionalmente está previsto un Parkmaster 8 configurado como equipo de control central superior para las instalaciones de energía eólica 1 a 4 individuales. Está unido con los dispositivos de control 18, 28, 38, 48 de las instalaciones de energía eólica 1 a 4 a través de líneas de comunicación 89. Los dispositivos para la medición de la potencia suministrada por las instalaciones de energía eólica 1 a 4 así como el sensor 67 para la medición de la tensión nominal Usoll están conectados al Parkmaster 8. Asimismo, el Parkmaster 8 presenta conexiones para especificaciones externas como por ejemplo especificaciones relativas a un factor de potencia global (o de una potencia reactiva). El Parkmaster 8 está configurado para determinar a partir de estos valores especificaciones para los dispositivos de control 18, 28, 38, 48 de las instalaciones de energía eólica 1 a 4 y para aplicar las mismas en estos dispositivos a través de las líneas de

comunicación 89. En relación con la regulación del factor de potencia está previsto preferentemente un regulador superior en el regulador 8 del parque. Actúa como regulación distribuida junto con los reguladores complementarios 7 en los dispositivos de control individuales 18, 28, 38, 48 de las instalaciones de energía eólica 1 a 4.

El Parkmaster está configurado para ejercer una función de mando para las instalaciones de energía eólica 1 a 4. El Parkmaster 8 comprende un ordenador central 80, una unidad de entrada y salida 81 y un regulador superior 83. En el ordenador central 80 están implementadas las estrategias de mando para el parque eólico. Adicionalmente está prevista una entrada 82 para instrucciones de mando del explotador de la red de distribución 9. Esto se refleja en la figura 2 a título de ejemplo mediante una entrada para un coeficiente de potencia (φ , $\cos\varphi$) o para una potencia reactiva Q o para un valor especificado de la tensión de red U_{VN} . El regulador superior 83 determina a partir del coeficiente de potencia deseado un valor de la tensión nominal (U_{soll}). Este valor se transmite a través del dispositivo de entrada y salida 81 y las líneas de comunicación 89 a los reguladores complementarios 7 de los dispositivos de control 18, 28, 38, 48 de las instalaciones de energía eólica 1 a 4. El tipo de construcción y el funcionamiento de los dispositivos

de control se ha explicado anteriormente en base al ejemplo del dispositivo de control 18; a continuación se explican con más detalle las modificaciones que se han llevado a cabo.

En el ejemplo de la instalación de energía eólica 1 se explica cómo está modificado el dispositivo de control 18 en el caso de un servicio de la instalación de energía eólica 1 junto con otras instalaciones de energía eólica 2 a 4 bajo control de un Parkmaster 8. Las conexiones para la unidad de gestión de servicio 180 y la entrada para la tensión nominal en el dispositivo limitador 182 (representadas con líneas continuas en la zona izquierda de la figura 3), originalmente accesibles de forma individual, ya no lo son en la instalación en un parque eólico. En vez de estas conexiones está prevista una unidad de entrada y salida 181 en común cuya entrada está conectada a la línea de comunicación 89 procedente del Parkmaster 8. Esta línea de comunicación 89 puede estar configurada preferentemente como bus de campo o para otro protocolo de transmisión de datos. Se pueden usar cables de cobre convencionales o cables guíaondas fibraópticos para aumentar la velocidad de comunicación. El Parkmaster se comunica con el dispositivo de control 18 de las instalaciones de energía eólica 1 individuales a través de la línea de comunicación 89 y la unidad de entrada y salida 181.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de energía eólica con un rotor (10), un generador accionado por el mismo con un convertidor (17) para la alimentación de energía eléctrica en una red de distribución eléctrica (9) a través de un punto de enlace (69) y con un dispositivo de control (18), presentando el dispositivo de control (18) un control de convertidor (189), **caracterizada** porque el dispositivo de control (18) presenta una conexión de entrada para un valor nominal de la tensión a suministrar, estando previsto un regulador complementario (7) en cuya entrada está conectado el valor nominal de la tensión a suministrar y en cuya salida se emiten valores nominales de potencia reactiva aplicados al control de convertidor (189), detectándose la tensión realmente suministrada de la instalación de energía eólica con ayuda de un sensor (67) y estando configurado el regulador complementario (7) para calcular valores nominales de potencia reactiva a partir de la diferencia del valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll) y de la tensión realmente suministrada por la instalación de energía eólica.

2. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizada** porque el regulador complementario (7) presenta una estructura de regulador multicanal.

3. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizada** porque está previsto un canal lento (71) con un filtro de paso bajo (72) y un canal rápido (74) con un filtro de paso alto (75).

4. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 3 **caracterizada** porque el canal rápido (74) presenta un dispositivo de supresión de transitorias (76).

5. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4 **caracterizada** porque el canal lento (71) está provisto de un módulo estático de tensión (73) en el cual está aplicado el valor nominal de la tensión a suministrar y que emite preferentemente un valor nominal de potencia reactiva conforme a una curva característica.

6. Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada** porque el punto de enlace (69) está conectado a una red de distribución de alta tensión (9) y unido con la instalación de energía eólica (1) a través de un transformador de alta tensión (66), estando previsto un dispositivo de medición para la alta tensión (67').

sitivo de medición para la alta tensión (67').

7. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizada** porque el dispositivo de medición (67) está realizado con un sensor (67) en el lado de la instalación de energía eólica del transformador de alta tensión (66) y con un dispositivo de cálculo que determina la tensión en el punto de enlace (69) a partir de los datos de medición del sensor (67) y de las características eléctricas del transformador de alta tensión (66) y de la línea de conexión (6).

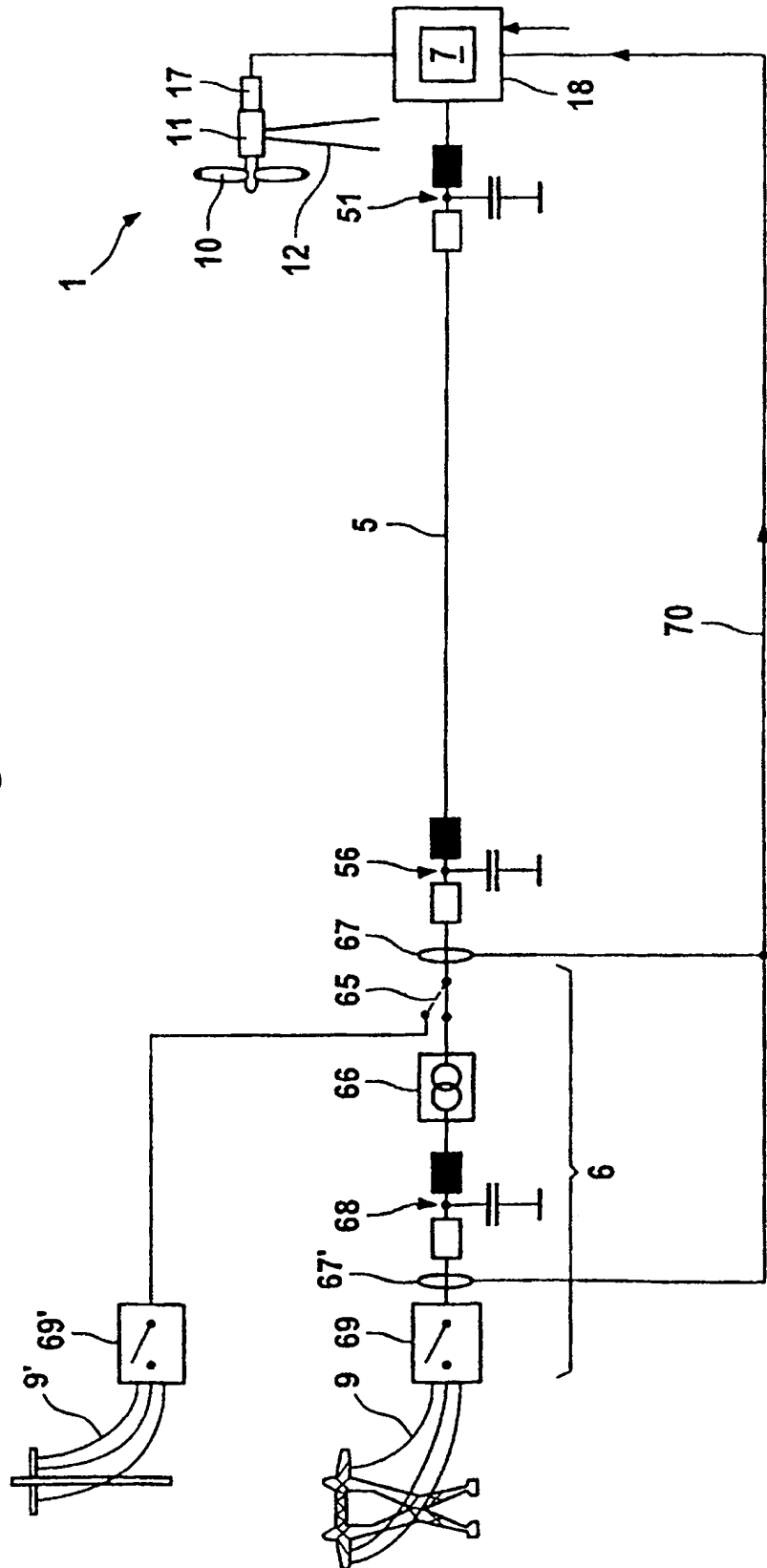
8. Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada** porque en el regulador complementario (7) está previsto un dispositivo limitador (182) que limita a un valor máximo los valores nominales demasiado altos de la tensión a suministrar.

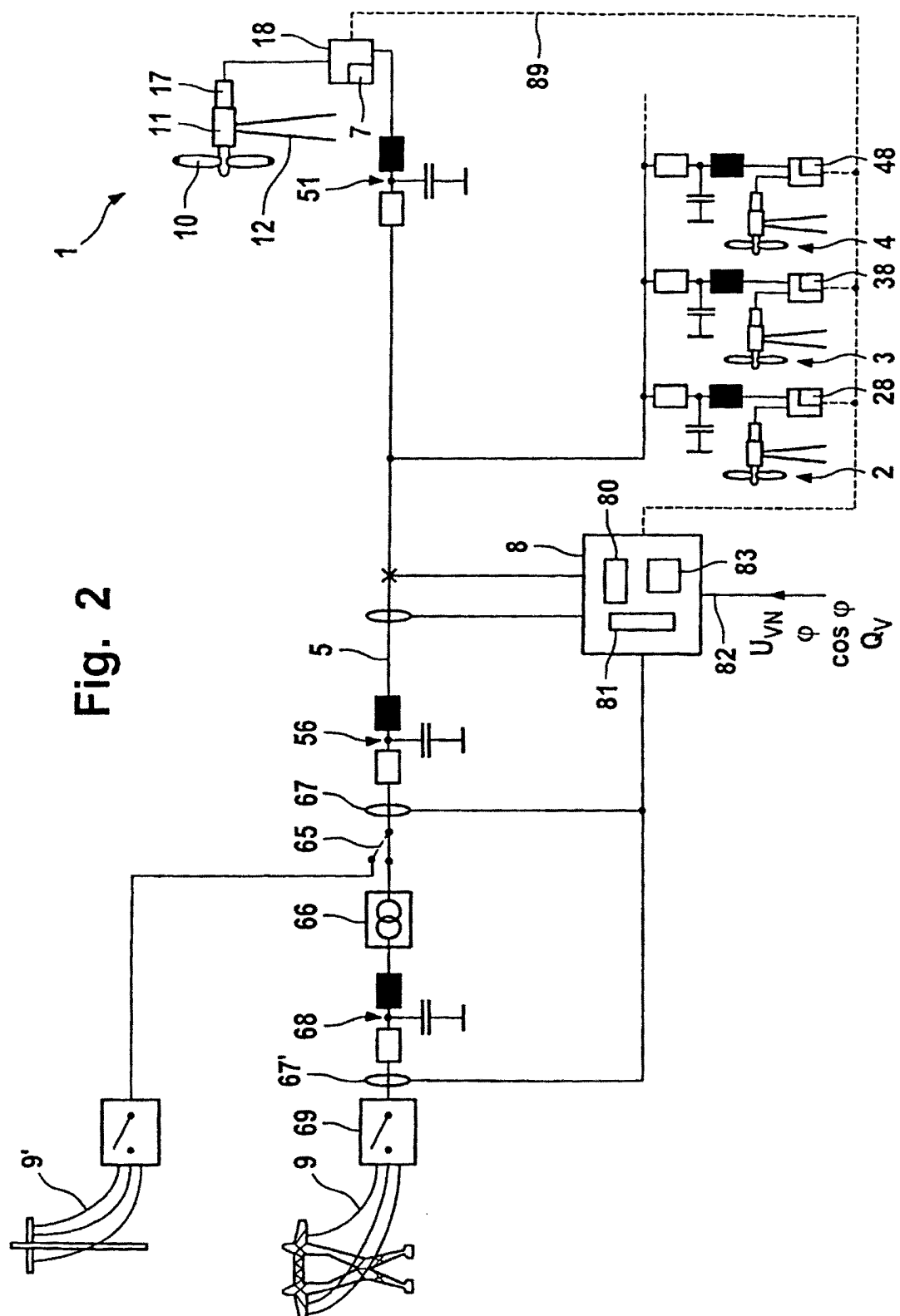
9. Instalación de energía eólica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores **caracterizada** porque está previsto un circuito de regulación (88), superpuesto al regulador complementario, configurado para determinar un valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll) y transmitirlo como señal a través de líneas de comunicación (89) a la instalación de energía eólica (1) a fin de ajustar un coeficiente de potencia global de la potencia a suministrar a la red de distribución (9).

10. Procedimiento para el servicio de una instalación de energía eólica que presenta un rotor (10), un generador accionado por el mismo con un convertidor (17) para la alimentación de energía eléctrica en una red de distribución eléctrica (9) a través de un punto de enlace (69) y un dispositivo de control (18), comprendiendo el dispositivo de control (18) un control de convertidor (189), **caracterizado** por las etapas de aplicación al equipo de control (18) de un valor nominal para la tensión a suministrar, aplicación del valor nominal de la tensión a suministrar (Usoll) a un regulador complementario (7), cálculo de valores nominales de potencia reactiva a partir de la diferencia entre el valor nominal de la tensión a suministrar y la tensión realmente suministrada por la instalación de energía eólica (1) y emisión del valor nominal de potencia reactiva al control de convertidor (189).

11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado** por el uso de una instalación de energía eólica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 10.

Fig. 1





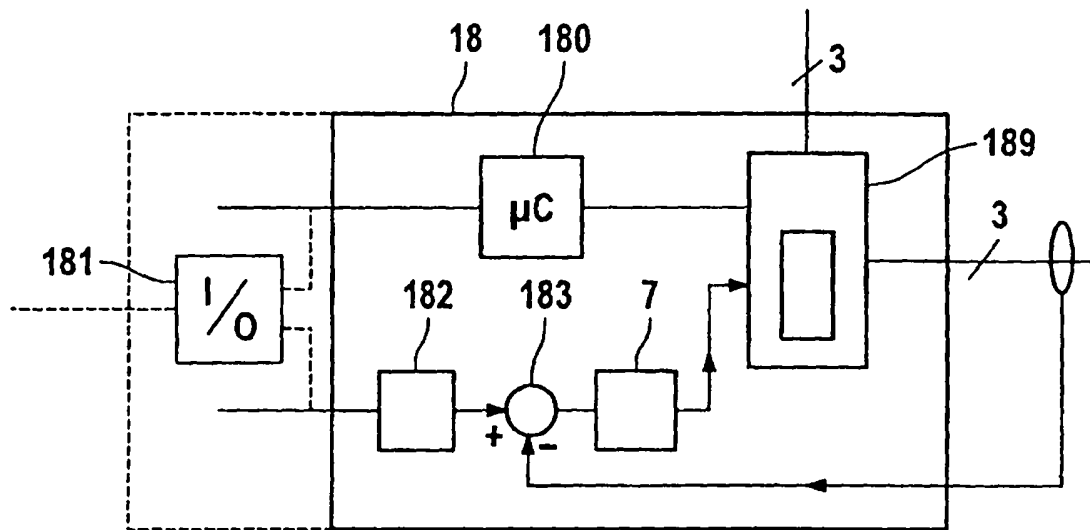


Fig. 3

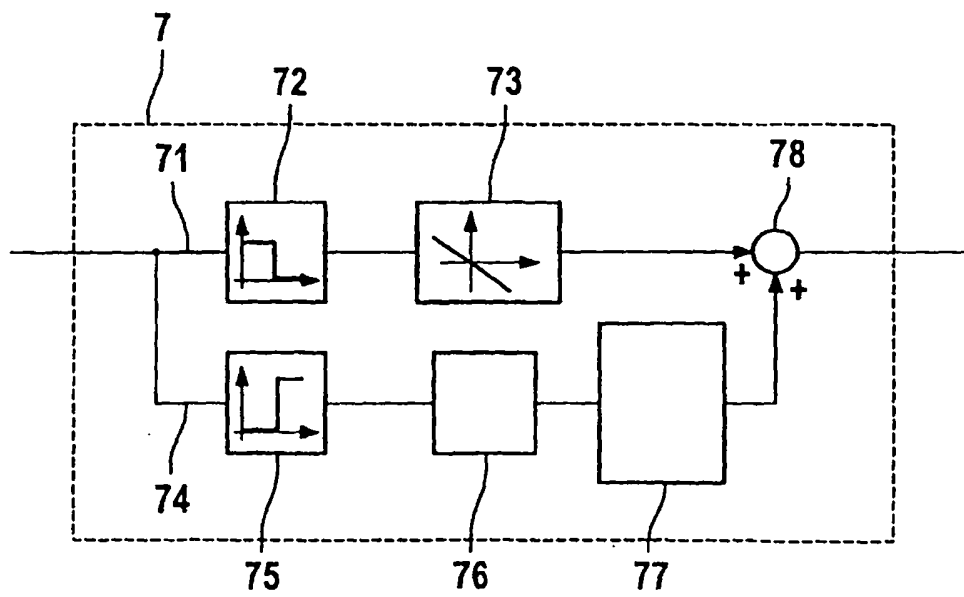


Fig. 4