

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 085**

51 Int. Cl.:

F03D 80/80 (2006.01)

F03D 9/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2017** **E 17161156 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 3219986**

54 Título: **Turbina eólica con un módulo de control de la potencia**

30 Prioridad:

18.03.2016 DE 102016003276

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

27.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BOLLN, SÖNKE;
BOLZ, DETLEF y
SIEVERS, OLIVER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 763 085 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

Turbina eólica con un módulo de control de la potencia

5 La invención se refiere a una turbina eólica, que comprende un rotor eólico con al menos una pala de rotor, un generador accionado por él con inversor para la generación de potencia eléctrica, con una línea de conexión para la emisión de la potencia eléctrica a una red, un control principal, que controla el funcionamiento de la turbina eólica, y con un sistema auxiliar para el suministro de componentes accionados eléctricamente de la turbina eólica. En este caso, está prevista una instalación de control de la potencia, que libera o bloquea individualmente los componentes accionados eléctricos de las turbinas eólicas.

10 Para la generación eficiente de potencia eléctrica, las turbinas eólicas del tipo de construcción moderno necesitan una pluralidad de componentes, que apoyan el funcionamiento de la turbina eólica y la generación de potencia propia. En el tipo de construcción dominante de las turbinas eólicas con árbol de rotor horizontal, a ellos pertenece especialmente una instalación de regulación para el ángulo azimutal de una góndola de la turbina eólica, para alinearla en la dirección del viento respectiva. Además, a ellos pertenecen instalaciones para la protección de la turbina eólica contra congelación nociva, instalaciones calefactoras especialmente en el caso de empleo de turbinas eólicas en zonas climáticas frías, el control principal imprescindible para el funcionamiento para el control de toda la turbina eólica, instalaciones de ajuste del paso para las palas regulables del rotor eólico y otros equipos secundarios, como especialmente una instalación de lubricación. Realmente, una turbina eólica moderna comprende una pluralidad de tales componentes accionados eléctricamente. La potencia eléctrica necesaria para la alimentación de todos estos componentes se designa como necesidad propia de la turbina eólica.

25 La potencia necesaria para la necesidad propia se adquiere en la mayoría de los casos a partir de aquel circuito de potencia, en el que la turbina eólica cede la potencia eléctrica generada por ella. Si la turbina eólica está conectada a través de una línea de conexión en una red (interna del parque), entonces se puede abastecer a través de ella la turbina eólica propiamente dicha con la potencia eléctrica necesaria para la necesidad propia. La alimentación de la necesidad propia desde la línea de conexión ofrece, además, la ventaja de que también en el caso de inactividad de la turbina eólica, se puede alimentar la potencia necesaria para la necesidad propia, a saber, en este caso desde la red. De esta manera se garantizar una alimentación estable de la turbina eólica desde la red, en donde se consigue adicionalmente todavía autarquía a través de la alimentación posible desde la potencia autogenerada. Se requiere de las turbinas eólicas que sean robustas con respecto a modificaciones de parámetros de la red, como tensión de la red y frecuencia de la red. Esto debe aplicarse tanto frente a modificaciones estacionarias de larga duración como también frente a modificaciones dinámicas de corta duración. Este requerimiento de los operadores de la red con respecto a la robustez se refiere también a componentes en la red de demanda intrínseca, que presentan características totalmente diferentes. Éstas presentan, según el tipo de consumidor, una tolerancia diferente frente a modificaciones de frecuencia y tensión. Los consumidores óhmicos como arrollamientos calefactores reaccionan, en efecto, a modificaciones de la tensión, pero son insensibles frente a modificaciones de la frecuencia; los componentes accionados electromagnéticamente, especialmente motores eléctricos, sin embargo, dependen de la frecuencia, puesto que a través de ella se modifica su característica de momentos. Puesto que las redes de necesidad propia están con frecuencia más bien débilmente dimensionadas, pueden aparecer oscilaciones considerables de los parámetros de la red en la red de demanda intrínseca, lo que puede conducir a una amenaza correspondiente de los componentes conectados o de su función (con menoscabo con relación a la disponibilidad / seguridad).

45 Debido a los requerimientos crecientes e robustez frente a interferencias en la red, por una parte, y el número creciente de los componentes eléctricos a alimentar en turbinas eólicas modernas, por otra parte, se aguda la problemática de garantizar un funcionamiento seguro de los componentes de la turbina eólica en una red de demanda intrínseca más bien débil, y en concreto tanto frente a interferencias dinámicas de larga duración como también de corta duración.

50 Se ha propuesto dividir la potencia limitada en la red de demanda intrínseca con respecto a un modo de funcionamiento de la turbina eólica (WO 2010/031575 A2). Es evidente una división de los componentes en tres clases de utilidad (3 fases) y, en concreto, en función del modo de funcionamiento de la turbina eólica, a saber, marcha en vacío, plena carga o carga parcial. Para el caso de una oferta de potencia insuficiente para la alimentación de los componentes importantes, está prevista una alimentación adicional a través de un generador auxiliar (Diesel auxiliar). La división fija en función del modo de funcionamiento es demasiado inflexible para poder reaccionar de manera adecuada a múltiples interferencias en la red. Esto se aplica especialmente a interferencias dinámicas, como el paso de una irrupción de la tensión (Low Voltage Ride Through = Huecos de Baja Tensión).

60 La invención tiene el cometido de mejorar una turbina eólica del tipo mencionado al principio, con el propósito de que se robustezca la red de demanda intrínseca con respecto al comportamiento de funcionamiento.

La solución según la invención consiste en las características de las reivindicaciones independientes. Los desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

En una turbina eólica que comprende un rotor eólico con al menos una pala de rotor, un generador accionado por é con inversor para la generación de potencia eléctrica, una línea de conexión para la cesión de la potencia eléctrica a una red, un control principal, que controla el funcionamiento de la turbina eólica, y una red de demanda intrínseca para la alimentación de componentes accionados eléctricamente de la turbina eólica está revista según la invención una instalación de protección de los componentes, que presenta un detector de la calidad de la red de varios canales para el reconocimiento de al menos dos desviaciones de parámetros en la red de demanda intrínseca con respecto a valores normales, espacialmente la tensión y la frecuencia, una unidad de matriz de tolerancia y una unidad de matriz operativa, que colaboran de tal manera que en la unidad de matriz de tolerancia para los componentes individuales se almacenan sus límites de tolerancia respectivos para las desviaciones de los parámetros, y en la unidad de matriz operativa para los componentes se almacena de manera individual de los componentes una señal de bloqueo en el caso de que se exceda el límite de tolerancia y, además, está prevista una instalación de conmutación, que colabora con la unidad de matriz operativa de tal manera que en el caso de presencia de al menos una señal de bloqueo para uno de los componentes, se conmuta bloqueado este componente.

A continuación se explican primero algunos conceptos empleados: Por un detector de la calidad de la red se entiende un dispositivo, que determina parámetros de la red pre-seleccionables en la red de demanda intrínseca y se compara con valores normales. Para la determinación de los parámetros de la red pueden estar previstos especialmente sensores de medición, pero no es forzosamente necesaria una medición directa - también puede estar prevista una medición indirecta, dado el caso incluyendo procedimientos de cálculo. En los valores de cálculo se trata de valores de referencia almacenados, en particular éstos pueden ser la tensión nominal y la frecuencia nominal de la red de demanda intrínseca. Por canal múltiple se extiende en este caso que se supervisan dos o más parámetros del detector de la calidad de la red.

Por una unidad de matriz de tolerancia se entiende un dispositivo de memoria, en el que están almacenados con relación a los parámetros, que son supervisados por el detector de la calidad de la red, para los componentes individuales, respectivamente, límites de tolerancia para desviaciones admisibles de los parámetros. De esta manera, a través de la comparación de las desviaciones reales de los parámetros, determinadas por el detector de la calidad de la red, con los límites de tolerancia almacenados en la unidad de matriz de tolerancia, se puede determinar si las condiciones actuales de la red se encuentran todavía o no dentro de los límites de tolerancia del componente respectivo. Con preferencia, se almacenan en este caso valores de tolerancia especiales para desviaciones estáticas o dinámicas.

La invención se basa en la idea de realizar a través de una supervisión de varios parámetros en la red de demanda intrínseca una desconexión selectiva de componentes individuales y en concreto cuando y sólo cuando los parámetros reales de la red se encuentran dentro de una zona de tolerancia determinada individualmente para cada componente. De esta manera se consigue una protección de los componentes individuales contra condiciones operativas perjudiciales en la red de demanda intrínseca. Esto no sólo provoca una elevación de la duración de vida de los componentes, puesto que sólo se ponen en funcionamiento cuando los parámetros de la red son compatibles por sí. Además, se eleva también la seguridad, puesto que con ello se contrarresta eficazmente el peligro de un fallo precoz (por ejemplo, rotura de un arrollado calefactor en el caso de sobretensión) o reacción de un órgano de protección. De esta manera, se eleva la duración de vida previsible de los componentes, lo que favorece en general como resultado también el modo de funcionamiento seguro de los componentes en particular y de toda la turbina eólica. Además, la invención posibilita a través del almacenamiento individualizado de los datos de tolerancia de los componentes y el bloqueo correspondiente individualizado de los componentes a través de la matriz operativa un funcionamiento mejorado también en el caso de un número alto de (diferentes) componentes en una red de demanda intrínseca relativamente débil.

Con la invención se puede proteger especialmente una red de demanda intrínseca débil y en concreto tanto frente a perjuicios a través de interferencias a través de la red, en la que está conectada la turbina eólica y a partir de la cual se alimenta la red de demanda intrínseca, como también a través de interferencias, que aparecen debido a los altos requerimientos de potencia de un gran número de componentes conectados en la red de demanda intrínseca, por lo tanto la problemática de una red de demanda intrínseca (demasiado) débil que se enfrenta a una pluralidad de requerimientos de potencia opuestos entre sí de los componentes conectados.

En general, la invención posibilita que a través de la protección considerablemente mejorada se puedan emplear también componentes normalizados económicos en la turbina eólica, sin que se comprometa en este caso la fiabilidad. Además, la invención puede funcionar también con redes de necesidad propia relativamente débiles, puesto que se realiza una protección efectiva de los componentes. Como resultado, la invención posibilita un funcionamiento seguro con una red de demanda intrínseca ventajosa comercial (diseñada débil), pudiendo utilizarse también componentes normalizados adquiridos favorablemente, lo que conduce junto con el diseño más débil de la

red de demanda intrínseca a simplificaciones y ahorros considerables.

Además y esto tiene una importancia especial, la adaptación con respecto al bloqueo o bien a la liberación de componentes individuales se realiza, respectivamente, con exactitud evaluando la situación real. Esto representa un avance considerable frente a un modo orientado a (uno de tres) estados de funcionamiento fijos. En cambio, la invención es esencialmente más flexible. Posibilita especialmente también conseguir un comportamiento dinámico mejorado, como puede aparecer especialmente en el caso de una irrupción de la tensión junto o en entorno inmediato de la turbina eólica (Low Voltage Ride Through - LVRT = Huecos de Baja Tensión). El dispositivo de acuerdo con la invención puede reaccionar a ello sin que se produzca en este caso el modo de funcionamiento de la turbina eólica. De esta manera, se posibilita a la turbina eólica una reacción flexible a tal evento-LVRT. Precisamente tales interferencias identificadas a través de una irrupción de la tensión se pueden pasar con seguridad gracias a la invención y, en concreto, cuando la red de demanda intrínseca está dimensionada relativamente débil.

Como se ha mencionado, la unidad de matriz de tolerancia está realizada con preferencia de tal manera que presenta límites de tolerancia separados para desviaciones estáticas y dinámicas. De esta manera, se puede utilizar la invención de tal manera que los componentes tienen de acuerdo con su tipo de construcción (consumidores inductivos como motores eléctricos, consumidores óhmicos como iluminaciones o calefacciones), por lo tanto, una tolerancia claramente más elevada frente a desviaciones dinámicas de corta duración. De esta manera, los consumidores óhmicos como calefacciones se pueden accionar al menos durante corta duración también con sobretensión más alta, con tal que no aparezca ninguna sobrecarga térmica; esto no se aplica para consumidores como lámparas de incandescencia, puesto que se destruyen rápidamente también en el caso de sobretensiones de corta duración. Por lo tanto, se pueden aceptar, por ejemplo, para componentes con instalaciones calefactoras desviaciones dinámicas claramente más elevadas que para el caso duradero estático y esto se aplica en las instalaciones de iluminación, en su caso, sólo de manera muy limitada.

La invención ha reconocido, además, que se pueden fijar los límites de tolerancia para muchos componentes, si no se aprovechan de manera duradera. Esto se aplica tanto para los límites de tolerancia dinámicos como también estáticos. Por lo tanto, con preferencia se tienen en cuenta los llamados tiempos de recuperación para los componentes individuales. De esta manera se posibilita que los componentes puedan ser accionados en cualquier caso de forma transitoria también en situaciones más desfavorables que su especificación permite en sí. Para asegurar tiempos de recuperación suficientes está previsto de manera más conveniente un módulo de pulso/pausa. Éste colabora con la unidad de matriz de funcionamiento de tal manera que los componentes individuales son bloqueados o liberados en función de una relación de duración de funcionamiento/pausa predeterminable. En general, para los diferentes componentes están previstos también diferentes valores. De esta manera, para cada uno de los componentes se puede asegurar el tiempo de recuperación necesario y en concreto también cuando ha sido accionado al menos temporalmente en situaciones más desfavorables que aquéllas para las que está previsto o bien liberado propiamente. Con preferencia, en este caso se detecta la duración de tiempo, durante la que el componente es accionado fuera de las especificaciones liberadas en sí, para supervisar esto y proteger el componente contra desgaste excesivo. Si se alcanza una duración de tiempo correspondiente, entonces puede estar previsto con preferencia emitir una señal de alarma correspondiente, que es procesada por el control principal y, dado el caso, plantea un requerimiento de mantenimiento.

Con preferencia, la unidad de matriz de funcionamiento está provista con un dispositivo de retorno. Éste está configurado para supervisar señales para un estado de bloqueo de los componentes y en el caso de un bloqueo de un componente emitir una señal de retorno correspondiente a través de una línea de retorno al control principal. De esta manera se realiza una supervisión activa del estado de bloqueo real o bien de la liberación de los componentes individuales. Puesto que estas señales son retornadas al control principal, éste está informado sobre el control selectivo de componentes individuales controlados por él. De esta manera, como consecuencia, el otro comportamiento de control se puede adaptar a esta situación, por ejemplo en el caso de fallo o bloqueo de un ventilador para la refrigeración de la transmisión, para reducir la potencia consumida por el rotor a través de la modificación del ángulo de ajuste de la pala, de manera que se calienta menos la transmisión. Además, por ejemplo, en el caso de un bloqueo de la calefacción de la transmisión se puede modificar el ángulo de ajuste de la pala, de modo que se gira el rotor mucho antes de alcanzar el número de revoluciones de conexión, de modo que la transmisión se calienta (caldea) menos.

Además, por ejemplo, en el caso de un bloqueo del accionamiento azimutal para la alineación de la góndola en la dirección del viento, se puede tolerar un ángulo de guiñada pequeño (el ángulo entre la dirección del viento y el eje del rotor).

De acuerdo con otra forma de realización conveniente de la invención, que merece, dado el caso, protección independiente, como medio muy efectivo para combatir la problemática básica de requerimientos de potencia contradictorios en una red de demanda intrínseca (demasiado) débil, está previsto con preferencia un módulo de arbitraje. Presenta de manera más conveniente una memoria, en la que está implementada una lista de rango de los componentes según la necesidad de su abastecimiento. De esta manera se puede asegurar que componentes necesarios para la seguridad de funcionamiento de la turbina eólica y componentes importantes - subordinados -

para un rendimiento óptimo de potencia son preferidos frente a otros requerimientos de potencia rivales de otros componentes. De esta manera, en el caso de que se oponga una oferta de potencia escasa a una necesidad de potencia demasiado alta, se realiza una selección según la importancia de los componentes demandantes de potencia. De este modo se posibilita mantener el funcionamiento de la turbina durante más tiempo y también en situaciones desfavorables que lo que sería posible sin tal módulo de arbitraje. De manera más conveniente, el módulo de arbitraje presenta a tal fin una unidad de clasificación que clasifica los componentes en la memoria de listas de rango según su importancia y a partir de ello forma una señal de rango. En este caso, la señal de rango puede representar, por ejemplo, el número de rango en la lista de rango. Si, por ejemplo, está disponible sólo potencia para alimentar los tres primeros componentes en la lista de rango, se alimentan de manera correspondiente sólo estos tres primeros componentes con potencia; si está disponible más potencia, entonces se alimentan adicionalmente otros componentes, por ejemplo también todavía el cuarto y el quinto componente de la lista de rango (por lo tanto, los cinco primeros componentes en la lista de rango) con potencia. Se entiende que la posición en la lista de rango no tiene que ser estática, sino que se puede modificar dinámicamente según el modo de funcionamiento y las condiciones de funcionamiento. Así, por ejemplo, no existe ningún rango de instalaciones calefactoras durante el funcionamiento en condiciones ambientales calientes, en cambio sí existe durante el funcionamiento en condiciones ambientales en o por debajo del punto de congelación.

En otra forma de realización preferida, el módulo de arbitraje está configurado de tal forma que colabora con un módulo de tiempo para la formación de la lista de rango. Esto se realiza de tal manera que en colaboración con el módulo de tiempo se forma un valor de urgencia, y se clasifican los componentes en función de ello en la lista de rango. De esta manera se posibilita tener en cuenta también la duración de tiempo en la determinación de la posición de rango, a través de la cual se ha bloqueado anteriormente ya el componente. Esto se basa en el reconocimiento de que la urgencia de un componente no es estática, sino que sólo se puede modificar sobre el tiempo. Por ejemplo, la importancia de la activación de una instalación de lubricación no es alta inicialmente, puesto que sólo tiene que activarse a intervalos de tiempo mayores y, por lo tanto, se puede bloquear también sin daños un cierto tiempo; no obstante, el bloqueo permanece durante un periodo de tiempo considerable, que comprende varios ciclos de lubricación previstos en sí, de manera que se incrementa, por consiguiente, considerablemente la urgencia de la activación de la instalación de lubricación. A través de la colaboración con el módulo de tiempo se puede asegurar de esta manera que a medida que avanza el tiempo se puede elevar considerablemente la urgencia también de un componente inicialmente todavía subordinado) hasta que finalmente recibe uno de los lugares superiores en la lista de rango. Con tal lista de rango dinámica se puede realizar una adaptación más fina a la necesidad siempre oscilante de la activación de los componentes de la turbina eólica. De esta manera, también en el caso de funcionamiento más prolongado con red de demanda intrínseca limitada en la potencia se puede asegurar que la turbina eólica se acciona de manera óptima en el marco de lo posible. De este modo se impiden en la mayor medida posible las desconexiones por razones de seguridad (que conducen a reducciones considerables del rendimiento).

De manera más conveniente, está previsto un regulador de la necesidad propia, a través del cual se alimenta la red de demanda intrínseca desde la línea de conexión, de manera que los puntos de medición del detector de la calidad de la red están dispuestos en la dirección del flujo de potencia después del regulador de la necesidad propia. De esta manera, se realiza la medición, por lo tanto, en el lado de la necesidad propia por el regulador de la necesidad propia para fines de protección de los componentes según la invención. De este modo se realiza un desacoplamiento de influencias de interferencia en la red. Además, los parámetros de la red en la red propia se distinguen considerablemente de los de la red de demanda intrínseca, especialmente cuando el regulador de la necesidad propia interviene manipulando en el suministro de la red de demanda intrínseca. Esto se puede tener en cuenta a través de la disposición mencionada anteriormente de los lugares de medición.

Según otro aspecto de la invención está previsto un dispositivo de reposición, que inicia el módulo de pulso/pausa y/o la lista de rango en un estado inicial predeterminado. De esta manera, en el caso de que aparezca una interferencia, con lo que los componentes de la red de demanda intrínseca no pueden ser alimentados ya con potencia en una medida suficiente y de esta manera se produce el bloqueo de componentes individuales, se crean condiciones iniciales fiables y previsibles. Esto es especialmente conveniente en aquellos procesos, que se representan como interferencia repentina. De este modo con preferencia en el caso de reconocimiento de un fallo de la tensión en la red, se activa la instalación de recuperación (por ejemplo, en el caso de un reconocimiento de una irrupción de la tensión (Low Voltage Ride Through = Huecos de Baja Tensión). De esta manera se crean condiciones definidas, que favorecen la resistencia de la turbina eólica con respecto a una irrupción de la tensión grave de corta duración.

La invención se extiende también a una alimentación de emergencia marítima correspondiente de componentes de necesidad propia, debiendo mantenerse aquí adicionalmente en movimiento determinados componentes (por ejemplo, cojinete de rotor). La potencia necesaria para ello se añade entonces como otra necesidad propia.

La invención se refiere, además, a un procedimiento correspondiente para la supervisión, separada del control principal propiamente dicho, de los parámetros de medición en la red de demanda intrínseca y el bloqueo selectivo

de los componentes. Para la explicación detallada se remite a la descripción anterior.

La invención se explica en detalle a continuación con referencia al dibujo adjunto, en el que se representa un ejemplo de realización ventajoso.

La figura 1 muestra una representación esquemática de conjunto para una turbina eólica según un ejemplo de realización de la invención.

La figura 2 muestra diagramas de límites de tolerancias estáticos y dinámicos.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques que representa un círculo de actuación entre el control principal y un dispositivo de protección de componentes con una unidad de matriz de funcionamiento.

La figura 4 muestra una Tabla con tiempos de pulso/pausa; y

Las figuras 5a, b muestran diagramas de la lista de rango.

Una turbina eólica según un ejemplo de realización de la invención comprende una góndola 11 dispuesta en el extremo superior de una torre 10. En una de sus superficies frontales está dispuesto giratorio un rotor eólico 12, que comprende un cubo de rotor 13 con varias palas de rotor 14 dispuestas giratorias, respectivamente, alrededor de su eje longitudinal. El rotor eólico 12 acciona a través de un árbol de rotor (no representado) un generador 16, que convierte la potencia mecánica del rotor eólico 12 en potencia eléctrica. El generador 16 está conectado con un inversor 17, a través del cual se cede la potencia eléctrica generada a través de una línea de conexión 18 hacia un transformador de la instalación 19, desde allí se cede finalmente a una red 9.

La góndola 11 es pivotable con relación a su ángulo azimutal, de manera que el rotor eólico 12 se puede girar siempre en la dirección del viento. Esto se controla por un control principal 15 que está dispuesto igualmente en la góndola. El control principal 15 controla a tal fin un accionamiento azimutal 33, que está dispuesto en la góndola 11 en la zona de la transición hacia el extremo superior de la torre 10.

En la góndola 11, en el rotor eólico 12 o en otras partes de la turbina eólica pueden estar dispuestos otros componentes accionados eléctricamente, que apoyan el funcionamiento de la turbina eólica 1. Se designan en su totalidad con el número de referencia 3. Se puede tratar, por ejemplo, de una instalación de lubricación central 36, que está dispuesta en el generador en la zona del árbol del generador, una instalación de ajuste de la pala 35 dispuesta en el cubo del rotor para las palas del rotor 14, una instalación calefactora de la pala 34, que acciona esteras calefactoras 34' fijadas en las palas del rotor 14 o un fuego de advertencia 32 dispuesto en la góndola 11. Todos estos componentes 32 a 36 son componentes accionados eléctricamente, que son necesarios para el funcionamiento de la turbina eólica. A los componentes de la red de demanda intrínseca pueden pertenecer también subsistemas como instalación de extinción de incendios e instalación de alarma, un sistema de supervisión de las palas y un sistema de control de acceso en la base de la torre. El procedimiento de asociación en cascada descrito es adecuado en su sistemática también para una alimentación de emergencia marítima de componentes de necesidad propia. Aquí deben mantenerse en movimiento determinados componentes, por ejemplo después del fallo de la red (transmisión, cojinete de rotor). Están alimentados a través de una red de demanda intrínseca 30.

La red de demanda intrínseca 30 suministra energía eléctrica a los componentes necesarios para el funcionamiento de la turbina eólica 32-36 con energía eléctrica. Se alimenta a través de un regulador de necesidad propia 31 desde la línea de conexión 18 de la turbina eólica. El regulador de necesidad propia 31 está configurado de manera conocida en sí para limitar la tensión en la red de demanda intrínseca 30 en su altura, para que no se transmitan sobretensiones nocivas desde la línea de conexión 18, que está conectada en la red de transmisión 9 o dado el caso sólo reducidas a la red de demanda intrínseca 30. La red de demanda intrínseca 30 está diseñada para una cierta potencia necesaria, que resulta a partir de la necesidad media esperada de los componentes accionados eléctricamente. Esto significa que no todos los componentes pueden ser accionados al mismo tiempo de forma duradera. Visto eléctricamente, la red de demanda intrínseca 30 es claramente más débil que la red 9, en la que está conectada la turbina eólica 1. Los componentes 3 alimentados con potencia a través de la red de demanda intrínseca 30 son activados a través de líneas de control (no representadas) desde el control principal 15.

A continuación se hace referencia especialmente a la vista de bloques en la figura 3. En la red de demanda intrínseca 30 está dispuesto un punto de medición para parámetros predeterminados de la red y en concreto en el presente ejemplo de realización un sensor 41 para la tensión en la red de demanda intrínseca 3 y un sensor 42 para la frecuencia. Los valores restantes calculados por él están conectados como señales de entrada en un detector de calidad de la red 4 de varios canales. Éste determina a partir de estos valores de medición las desviaciones de parámetros con respecto a valores normales para la tensión (tensión nominal y frecuencia (frecuencia nominal)). Estas desviaciones calculadas se aplican en una unidad de matriz de tolerancia 5. Ésta presenta una memoria, en la que están almacenados para cada uno de los componentes 3 de la red de demanda intrínseca los límites de

tolerancia decisivos para el componente respectivo para las desviaciones en parámetros (tensión y frecuencia). De manera más conveniente, la memoria está realizada dividida en dos en la unidad de matriz de tolerancia 5, con una zona de memoria 51 para límites de tolerancia estáticos y con otra zona de memoria 52 para límites de tolerancia dinámicos. Ejemplos de límites de tolerancia estáticos (rayados) y dinámicos se representan en la figura 2.

La unidad de matriz de tolerancia 5 colabora con una unidad de matriz de funcionamiento 6. Se verifica para cada componente hasta qué punto las desviaciones determinadas de parámetros están todavía dentro de los límites de tolerancia estáticos y dinámicos vigentes para el componente, y en el caso de que se excedan, se registra una señal de bloqueo en la unidad de matriz de funcionamiento 6. Esto se realiza individualmente para cada componente. Esta señal registrada se emite a una instalación de conmutación 22, que está insertada en una línea de señales 21 entre el control principal 15 y el componente eléctrico 3 activado y que bloquea o conecta cada uno de los componentes 3 individuales por sí. De esta manera, según el valor calculado en la unidad de matriz de funcionamiento para el componente individual se realiza un bloqueo, siendo activada la instalación de conmutación 22 para este componente y siendo interrumpida de esta manera la trayectoria de la señal desde el control principal 15 hacia dicho componente. Si se interrumpe o no el estado de conmutación de los componentes 3 individuales, a saber, si se interrumpe o no la trayectoria de la señal a través de la instalación de conmutación 22 activada por la unidad de matriz de funcionamiento 6 se detecta para cada componente por una unidad de retorno 23 y se retorna al control principal 15 como señal de estado.

De esta manera, en el control principal 15 se aplica una señal para determinar si el control principal 15 puede activar el componente 3 respectivo o si está bloqueado. El control principal 15 puede tener en cuenta esto para el continuación del procedimiento,

Con la unidad de matriz de funcionamiento 6 colabora, además, una módulo de pulso/pausa 7. Está configurado para señalar un bloqueo de componentes individuales en función de una relación predeterminable de la relación de funcionamiento/pausa. Está configurado para supervisar la duración del funcionamiento de los componentes individuales. Si se alcanza el tiempo máximo de funcionamiento, entonces se emite desde el módulo de pulso/pausa 7 una señal de bloqueo a la unidad de matriz de funcionamiento 6, con lo que se bloquea el componente 3 respectivo. Entonces comienza el tiempo de pausa. Cuando ha transcurrido, se libera de nuevo por el módulo de pulso/pausa 7 a través de una señal correspondiente en la unidad de matriz de funcionamiento 6. Las entradas en el módulo de pulso/pausa 7 con relación al componente 33 de la regulación azimutal de la góndola 11 se representan de forma ejemplar en la figura 4. Allí se establecen los valores implementados en el módulo de pulso/pausa para frecuencias y tensiones dentro y fuera de los límites de tolerancia. En la representación, un gancho significa que el componente puede ser accionado. Los números indicados debajo del gancho respectivo representan la relación de tiempo de activación y tiempo de pausa; se puede accionar un componente sin límite, es decir, sin pausas predeterminadas, de manera que se representa el símbolo de infinito. Esto se explica en el ejemplo del funcionamiento con frecuencia nominal y tensión nominal. En este caso, se puede accionar el componente (el símbolo con el gancho) y en concreto durante un periodo de tiempo ilimitado (el símbolo de infinito). En cambio, si aparece sobretensión, entonces se puede continuar el funcionamiento del componente (el símbolo de gancho en la última línea en la columna con frecuencia nominal), pero siempre sólo durante un periodo de tiempo de cinco unidades de tiempo, que están interrumpidas por una pausa de quince unidades de tiempo. Como unidad de tiempo se puede seleccionar, por ejemplo, un segundo, pero también puede servir de base un periodo de tiempo más largo. Si aparecen adicionalmente a la sobretensión todavía desviaciones de la frecuencia, ya sea como sobre-frecuencia o sub-frecuencia, entonces ya no es admisible un funcionamiento. En cambio, si aparecen las desviaciones de la frecuencia con tensión nominal, entonces es decisiva la penúltima línea. En este caso, con sub-frecuencia se puede accionar el componente (símbolo con el gancho) y en concreto durante diez unidades de tiempo interrumpidas por pausas de cinco unidades de tiempo (indicación 10/5). En cambio, si en la desviación de la frecuencia se trata una sobre-frecuencia, entonces se puede continuar el funcionamiento del componente, pero sólo abreviado, a saber, sobre cinco unidades de tiempo interrumpidas por pausas con otras cinco unidades de tiempo (indicación 5/5). Tales entradas están previstas en el módulo de pulso/pausa 7 para los diferentes componentes 3 supervisados.

Además, en la unidad de matriz de funcionamiento 6 está conectado un módulo de arbitraje 8. Comprende una memoria de listas de rango 81. Allí se implementa una lista de rango, en el que los componentes se almacenan en una secuencia determinada. Esta secuencia representa la prioridad de la alimentación de los componentes individuales. Con esta finalidad, el módulo de arbitraje 8 presenta una unidad de clasificación 82. Sobre la base de esta señal de prioridad, se almacenan los componentes en la memoria de listas de rango 81. A través del almacenamiento en la memoria de listas de rango 81 se puede asegurar que en el caso de requerimientos de potencia opuestos de los diferentes componentes, se alimentan con potencia con preferencia aquéllos que presentan una importancia alta. De esta manera se puede mantener el funcionamiento de la turbina eólica 1 también en situaciones desfavorables, a saber, cuando está disponible sólo una oferta de potencia escasa en la red de demanda intrínseca 30. Por ejemplo, si está disponible sólo en la red de demanda intrínseca 30 potencia para alimentar los tres primeros componentes en la lista de rango almacenada en la memoria de lista de rango 81, entonces se alimentan con potencia de manera correspondiente sólo estos tres componentes. El módulo de arbitraje 8 emite a tal fin señales de liberación correspondientes a la matriz de funcionamiento 6 con relación a estos tres

componentes, y fija señales de bloqueo con relación a los restantes componentes. En cambio, si está disponible más potencia, de manera que, por ejemplo, se pueden alimentar cinco en lugar de sólo tres componentes, entonces se desconecta la señal de bloqueo en el módulo de arbitraje 8 de manera correspondiente también para el cuarto y quinto componente y se liberan estos componentes por la matriz de funcionamiento 6 para el funcionamiento.

El posicionamiento de los componentes 3 individuales en la memoria de listas de rango 81 no es forzosamente estático, sino que puede ser dinámico. A tal fin, a cada uno de los componentes 3 está asociado un valor de urgencia. Éste está formado de manera más conveniente de modo que cuanto mayor es, durante más tiempo se bloquea el componente respectivo y más importante es para el funcionamiento de la turbina eólica 1. Con esta finalidad, el módulo de arbitraje 8 está provisto con un generador de urgencia 83. En éste están conectadas señales de entrada para el tiempo transcurrido, que proceden desde una instalación de medición de tiempo 84 así como para un estado de liberación o bien de bloqueo del componente 3 respectivo, que proceden de la instalación de retorno 23. De esta manera, para la consideración de la duración de tiempo, durante el que el componente respectivo está ya bloqueado, se puede modificar el valor de urgencia. De esta manera, se modifica también el posicionamiento del componente respectivo en la memoria de listas de rango 81 en función de la duración de tiempo, durante el que el componente ya está bloqueado. De esta manera, el posicionamiento en la memoria de listas de rango 81 es dinámico. Con ello se consigue que componentes 3 inicialmente poco importantes, que se retrasan, en general, durante un cierto tiempo, no se quedan totalmente sin consideración en el caso de escasez de potencia duradera, sino que ascienden visiblemente en su urgencia. De esta manera, por ejemplo, la instalación de lubricación 36, que goza inicialmente sólo de una urgencia reducida, puede ascender en el caso de interferencias prolongadas, de maneja que también en tal caso se garantiza la lubricación de la instalación y se impide una omisión que conduciría a un fallo.

Un ejemplo de listas de rango correspondientes, como están almacenadas en la memoria de listas de rango 81, se representa en las figuras 5a, b. La figura 5a muestra una lista de rango estática, mientras que la figura 5b muestra una lista de rango dinámica. Esto se explica en el ejemplo de los componentes para el ajuste azimutal (guiñada), para el ajuste de las palas de rotor (paso), para la calefacción de las palas del rotor (calor) y para la lubricación (grasa). Visto estáticamente, en este caso, el ajuste azimutal presenta la máxima señal de rango ("R"), puesto que es importante una alineación correcta de la góndola 11 de la turbina eólica 1 para un funcionamiento eficiente de potencia. Igualmente importante, pero un poco menos significativo es el ajuste correcto del ángulo de las palas del rotor 14. Se le asigna una señal de rango insignificamente menor que al ajuste azimutal. Visto al menos a corto plazo, para el funcionamiento eficiente seguro de la turbina eólica, tiene menos importancia la calefacción 34' de las palas de rotor 14. Puesto que no se produce generalmente formación de hielo en las palas de rotor 14, sino que se forma durante un cierto tiempo. Al menos a corto plazo se puede prescindir de la calefacción de las palas del rotor 34', que es intensiva de potencia. Lo mismo se aplica de una manera correspondiente en medida amplificada para la lubricación 36. En concreto para el funcionamiento de la turbina eólica 1 tiene, en principio, mucha importancia, pero en general no es crítica de tiempo. Por lo tanto, el componente de lubricación 36 recibe una señal de rango reducida.

En la figura 5b se representa cómo se puede modificar la ordenación estática representada en la figura 5a dinámicamente según la señal de rango, teniendo en cuenta el componente de tiempo en la formación de la urgencia. A los componentes adicionales se asigna ahora adicionalmente un valor de urgencia ("D"). En este caso, no se modifica la importancia del ajuste azimutal y del ajuste de la pala del rotor, puesto que éstos son siempre importantes. Es diferente con respecto a los otros dos componentes representados, a saber, la calefacción de la pala 34' y la lubricación 36. La calefacción de la pala tiene un valor de urgencia que se incrementa lentamente con el tiempo. La lubricación, en cambio, tiene un valor de urgencia que se eleva claramente más allá del tiempo. En este caso, la subida se dimensiona para que después de cinco ciclos de lubricación omitidos de la lubricación se asocie una urgencia más elevada que al ajuste azimutal o bien al ajuste de la pala del rotor. De esta manera, la lubricación pasa a la posición más adelantada en la memoria de listas de rango 81, de manera que se asegura la realización de la lubricación al menos después de cinco ciclos.

De esta manera, la invención no sólo está capacitada para satisfacer requerimientos de potencia concurrentes a través de la pluralidad de los componentes 3 en una red de demanda intrínseca débil, sino que está diseñada, además, para mantener en el caso de interferencias duraderas un funcionamiento seguro de la turbina eólica 1. De esta manera se evita una parada prematura de la turbina eólica 1, con lo que se mejora el rendimiento de la turbina eólica 1.

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica que comprende un rotor eólico (12) con al menos una pala de rotor (14), un generador (16) accionado por él para la generación de potencia eléctrica, una línea de conexión (18) para la emisión de potencia eléctrica a una red (9), un control principal (15), que controla el funcionamiento de la turbina eólica (1), y una red de demanda intrínseca (30) para la alimentación de componentes (3) accionados eléctricamente de la turbina eólica (1), caracterizada por que está prevista una instalación de protección de los componentes (2), que presenta un detector de la calidad de la red (4) de varios canales para el reconocimiento de al menos dos desviaciones de parámetros en la red de demanda intrínseca (30) con respecto a valores normales, especialmente la tensión y la frecuencia, una unidad de matriz de tolerancia (5) y una unidad de matriz de funcionamiento (6), que colaboran de tal manera que en la unidad de matriz de tolerancia (5) para los componentes (3) individuales están almacenados sus límites de tolerancia respectivos para las desviaciones de los parámetros, y en la unidad de matriz de funcionamiento (6) para los componentes (3) está almacenada para cada componente individual una señal de bloqueo en el caso de que se exceda el límite de tolerancia y, además, está prevista una instalación de conmutación (22), que colabora con la unidad de matriz de funcionamiento (6), de tal manera que en el caso de presencia de al menos una señal de bloqueo para uno de los componentes (3), se conmuta a bloqueo este componente.
2. Turbina eólica según la reivindicación 1, caracterizada por que la unidad de matriz de tolerancia (5) presenta para los componentes (3), respectivamente, memorias separadas para límites de tolerancias de desviaciones estáticas y dinámicas (51, 52).
3. Turbina eólica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que está previsto un módulo de pulso/pausa (7), que colabora con la unidad de matriz de funcionamiento de tal manera que los componentes (3) individuales son bloqueados y liberados de nuevo en función de una relación predeterminable de duración de funcionamiento/pausa.
4. Turbina eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la unidad de matriz de funcionamiento (6) está provista con una instalación de emisión (23), que emite señales para un estado de bloqueo de los componentes (3) y en la que está conectada una línea de retorno, que aplica estas señales al control principal (15).
5. Turbina eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que, además, está previsto un módulo de arbitraje (8), que presenta una memoria de listas de rango (81) de los componentes (3), que está configurada para almacenar una lista de rango.
6. Turbina eólica según la reivindicación 5, caracterizada por que el módulo de arbitraje (8) presenta una unidad de clasificación (82), que clasifica los componentes (3) según su valor de urgencia y a partir de ello forma una señal de prioridad para la conducción a la lista de rango (81).
7. Turbina eólica según la reivindicación 6, caracterizada por que el módulo de arbitraje (8) está configurado, además, para clasificar los componentes (3) en función de su señal de rango respectiva en una lista de rango.
8. Turbina eólica según la reivindicación 7, caracterizada por que el módulo de arbitraje (8) está configurado, además, para colaborar con una instalación de medición del tiempo (84) para la formación de la lista de rango (81).
9. Turbina eólica según una de las reivindicaciones 5-8, caracterizada por que la lista de rango (81) es dinámica.
10. Turbina eólica según la reivindicación 9, caracterizada por que a cada componente (3) está asociado un valor de urgencia, que con preferencia es tanto mayor cuanto más tiempo está ya bloqueado el componente respectivo.
11. Turbina eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que está previsto un regulador de la necesidad propia (31), que alimenta a la red de demanda intrínseca (30) desde la línea de conexión (18), estando dispuestos sensores de medición (41, 42) del detector de la calidad de medición (4) en la dirección de flujo de la potencia después del regulador de la necesidad propia (31).
12. Turbina eólica según una de las reivindicaciones 2-11, caracterizada por que está prevista una instalación de reposición, que inicia el módulo de pulso/pausa (7) y/o la memoria de listas de rango (81) en un valor inicial predeterminable.
13. Turbina eólica según la reivindicación 12, caracterizada por que la instalación de recuperación se activa automáticamente cuando se reconoce un fallo de la tensión en la red (9).
14. Procedimiento para el funcionamiento de una turbina eólica que comprende un rotor eólico (12) con al menos una pala de rotor (14), un generador (16) accionado por él para la generación de potencia eléctrica, una línea de

5 conexión (18) para la emisión de potencia eléctrica a una red (9), un control principal (15), que controla el funcionamiento de la turbina eólica (1), y una red de demanda intrínseca (30) para la alimentación de componentes (3) accionados eléctricamente de la turbina eólica (1), caracterizado por el reconocimiento de al menos dos desviaciones de parámetros en la red de demanda intrínseca (30) con respecto a valores normales, espacialmente
10 tensión y frecuencia, la lectura de límites de tolerancia para los componentes (3) individuales a partir de una unidad de matriz de tolerancia (5), comparación individualizada de componentes para determinar si las desviaciones de parámetros exceden los límites de tolerancia de los componentes (3), y en este caso bloqueo del componente individual respectivo, en el que se ha excedido el límite de tolerancia, a través de la aplicación de una señal de bloqueo individual del componente en la matriz de funcionamiento (6), que provoca un bloqueo por medio de la
instalación de conmutación (22).

15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que la turbina eólica está desarrollada según una de las reivindicaciones 1 a 13.

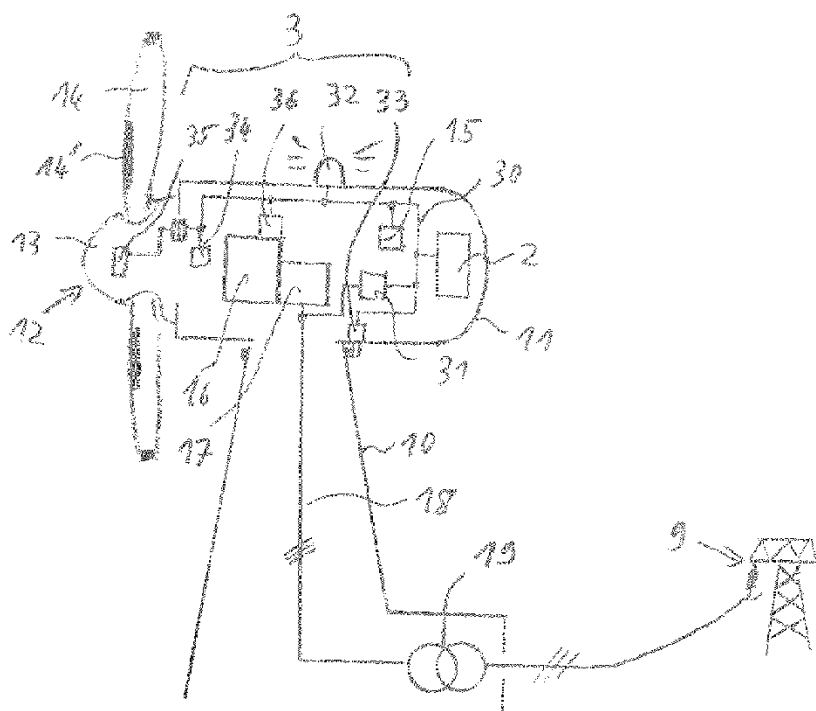


Fig. 1

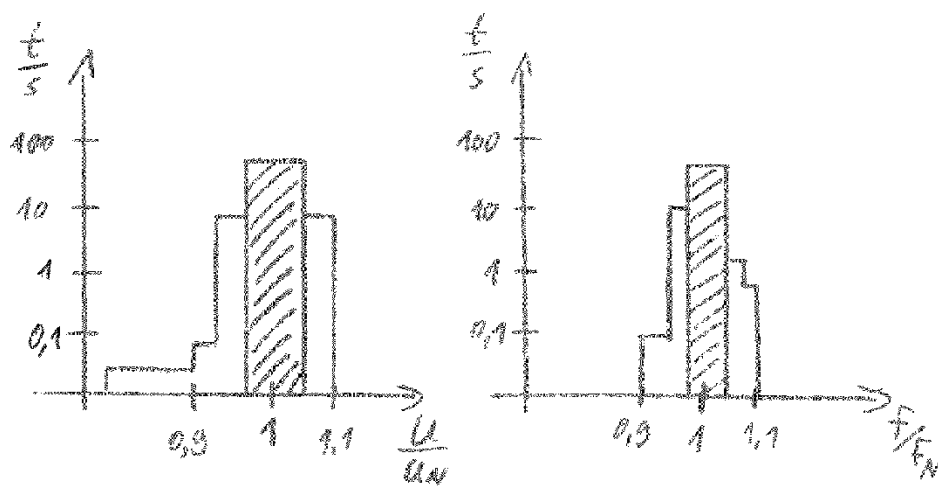


Fig. 2

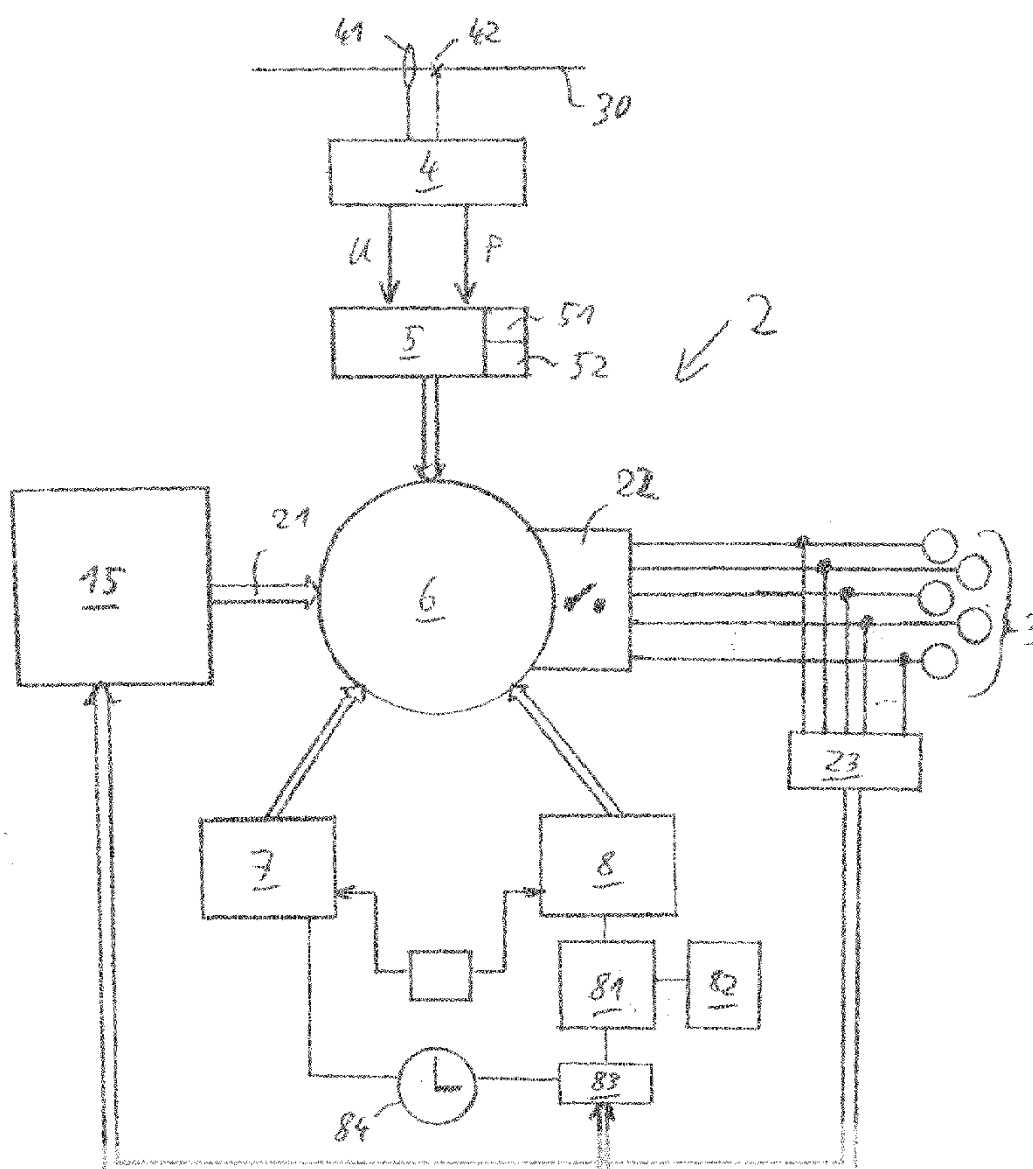


Fig. 3

$\begin{matrix} F \\ \backslash \\ U \end{matrix}$	$< f_N$	$= f_N$	$> f_N$
$< U_N$	✓ 5/15	✓ 5/5	
$= U_N$	✓ 10/5	✓ ∞	✓ 5/5
$> U_N$		✓ 5/15	

Fig. 4

T	R
Grñada	90
Pasp.	85
Calor	25
Grana	10

a)

T	R	D
Grasa	10	200
Grñada	90	90
Paso.	85	85
Calor	25	75

b)

Fig. 5