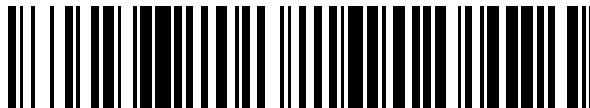


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 021**

51 Int. Cl.:

H02P 9/00 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

H02H 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2010 E 10195041 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016 EP 2341607**

54 Título: **Sistema para el control y operación eléctricos de una turbina eólica**

30 Prioridad:

31.12.2009 US 650807

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

20.07.2016

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

RITTER, ALLEN MICHAEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 578 021 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 para el control y operación eléctricos de una turbina eólica

5 La presente solicitud se refiere, en general, a sistemas para controlar la operación de turbinas eólicas. Más específicamente, pero no a modo de limitación, la presente solicitud se refiere a sistemas relacionados con la mejora de la detección y la protección contra fallos eléctricos durante la operación de las turbinas eólicas. La circuitería general de detección de fallos es conocida. Véase, por ejemplo, el documento US 5.734.256.

10 Las turbinas eólicas compiten con las formas tradicionales de generación de energía eléctrica. Como resultado de ello dependen de un medio que sea rentable, fiable, así como seguro, para capturar la energía eólica y convertirla en energía eléctrica que pueda suministrarse a emplazamientos distantes para su uso. En general, se utiliza media tensión para captar la energía eléctrica de las diversas turbinas eólicas conectadas que forman las instalaciones de un parque eólico. Se suele utilizar un disyuntor con fusible (o de otro dispositivo de interrupción de la corriente) para desconectar las turbinas eólicas individuales de las demás turbinas de la instalación. Más en particular, normalmente se encuentra un disyuntor con fusible de media tensión entre la llegada de media tensión y el transformador elevador. En tales sistemas, los disyuntores con fusible normalmente se coordinan mediante cortocircuitos de los equipos de turbina eólica.

15 Sin embargo, existen muchos tipos de fallos de turbina eólica que no producen cortocircuitos. De hecho, algunos corto circuitos producen muy poca corriente de falla. Además, algunas fallas eléctricas de turbina eólica generan altas corrientes temporales o de corta duración. Sin embargo, estos tipos de corriente son bastante habituales en las aplicaciones de turbina eólica, ya que el mantenimiento de la tensión en los sistemas a veces requiere que las turbinas eólicas proporcionen altas corrientes. Como resultado, los fusibles de turbina eólica están diseñados para permitir corrientes relativamente altas. Esto, por supuesto, hace que presenten una detección de fallas insuficiente, lo que resulta en unas condiciones de corriente sólo moderadamente alta. Estas características suponen que, por lo general, el sistema eléctrico de las turbinas eólicas esté mal equipado para detectar cualquier falla con una corriente menor a la producida por una falla franca.

20 Como los expertos en la técnica apreciarán, los retrasos en la detección o la falta absoluta de detección pueden provocar graves daños en los equipos de turbinas eólicas. Como resultado, son necesarios sistemas y aparatos mejorados para detectar y desconectar corrientes de falla en aplicaciones de turbinas eólicas. Tales sistemas mejorados serán capaces de detectar y desconectar diversas fallas que produzcan corrientes de falla por debajo de las corrientes de interrupción de fusible, y otras fallas potencialmente perjudiciales.

25 De acuerdo con ello, se proporciona la presente invención según lo definido por las reivindicaciones adjuntas.

Estas y otras características de la presente solicitud se pondrán de manifiesto tras la revisión de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, tomada conjuntamente con los dibujos y las reivindicaciones adjuntas.

30 Las diversas características de esta invención se comprenderán y apreciarán de manera más completa mediante el estudio cuidadoso de la siguiente descripción, más detallada, de las realizaciones ejemplares de la invención, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una representación esquemática de una turbina eólica en la que se pueden utilizar realizaciones ejemplares de la presente solicitud;

35 La Figura 2 es una representación esquemática de los componentes de una instalación de soporte que puede usarse con la turbina eólica de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en corte de una góndola ejemplar de la turbina eólica de la Figura 1;

La Figura 4 es una representación esquemática de un sistema eléctrico convencional que puede usarse para conectar el generador de una turbina eólica a una red eléctrica;

40 La Figura 5 es una representación esquemática de las conexiones eléctricas que se pueden hacer para conectar una o varias turbinas eólicas a una red eléctrica;

La Figura 6 es una representación esquemática de un sistema eléctrico que puede utilizarse para conectar el generador de una turbina eólica a una red eléctrica, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud; y

45 La Figura 7 es una representación esquemática de las conexiones eléctricas que pueden efectuarse para conectar una o varias turbinas eólicas a una red eléctrica, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud.

Tal como se usa en el presente documento, los términos "alteración", "corto", "falla/o", "falla/o del sistema", "transitorio/a", "anomalía de alta tensión", "anomalía de alta corriente", y otros términos similares, describen

perturbaciones no deseadas de un sistema eléctrico que pueden dañar los componentes y/o causar otros problemas de rendimiento negativo. Los ejemplos de eventos que pueden causar tales trastornos (a los que, tal como se usa en el presente documento, se hará referencia comúnmente como "fallas/os") en los componentes eléctricos de turbinas eólicas, y en la señal de red eléctrica, son bien conocidos y no se analizan adicionalmente en el presente documento. También se apreciará que la tecnología convencional proporciona muchos tipos de componentes, sistemas y procedimientos que pueden usarse para detectar la presencia de tales fallos en un sistema eléctrico. Además, aunque un generador eléctrico normal produce una señal eléctrica trifásica, debe observarse que el análisis de una señal trifásica es sólo por conveniencia e ilustración, y no es limitativo de las enseñanzas del presente documento. Por ejemplo, las enseñanzas del presente documento pueden aplicarse a señales de una sola fase, dos fases y otras señales multifase o polifase.

Con referencia a la Figura 1, se muestra una turbina eólica 10 ejemplar. En esta realización, la turbina 10 incluye una torre 11 que tiene una base 12 para fijar la turbina 10 al terreno. Al menos entre una y muchas paletas 13 de rotor, teniendo cada una una raíz 14 y una punta 16, están acopladas a una góndola 15 que a su vez está acoplada a la torre 11. Durante el funcionamiento, el viento (ilustrado por las flechas que apuntan de izquierda a derecha) incide sobre las paletas 13 de rotor, provocando la rotación de las paletas 13 de rotor sobre un eje de rotación R. En los ejemplos no limitantes analizados en el presente documento, unos sistemas situados dentro de la góndola 15 convierten la energía mecánica generada por la rotación de las paletas 13, para producir una salida eléctrica. En la Figura 1 también se representa una instalación 8 de soporte. La instalación 8 de soporte incluye recursos adicionales según sea necesario, y en lo referente al presente documento se considera que es una parte de la turbina eólica 10. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la instalación 8 de soporte incluye varios convertidores de potencia, unidades de almacenamiento de energía, interfaces de usuario y otros equipos similares.

Más en particular, como se muestra en la Figura 2, la instalación 8 de soporte puede incluir un convertidor 30 de potencia principal. En esta realización, el convertidor 30 de potencia incluye un convertidor 31 de lado de turbina y un convertidor 32 de lado de red. El convertidor 30 de potencia convierte la energía producida por un generador de la turbina eólica 10 en energía que se sincroniza con la energía de la red de energía eléctrica (o "red"). La instalación 8 de soporte también puede incluir un elemento 21 de almacenamiento de energía a corto plazo, un elemento 20 de almacenamiento de energía principal y un elemento disipador 29. Elementos de almacenamiento de energía 20, 21 ejemplares incluyen diversas formas de baterías. También pueden utilizarse otros dispositivos. El elemento 21 de almacenamiento a corto plazo se proporciona generalmente para el soporte transitorio. El elemento disipador 29 puede incluir una variedad de dispositivos. Por ejemplo, el elemento disipador 29 puede ser una resistencia (tal como una resistencia de carga de volcado). El elemento disipador 29 se utiliza para proporcionar un equilibrio de potencia entre los requisitos de energía eólica y energía de carga, al disipar el exceso de energía que no pueda almacenarse en el elemento 21 de almacenamiento a corto plazo del convertidor 30 de potencia (o el elemento 20 de almacenamiento de energía principal). Puede incluirse una interfaz 35 de usuario (por ejemplo, un panel de control local o una sala de control) en la instalación 8 de soporte, para proporcionar aspectos tales como el control del operador sobre la turbina eólica 10 y la entrada manual de comandos.

La Figura 3 es una vista en corte de una góndola 15 ejemplar que ilustra componentes seleccionados de la misma. En la Figura 3 se muestran las paletas 13 de rotor, cada una de las cuales está acoplada por su raíz a un cubo 25 de rotor. Un cono 26 de nariz proporciona perfil aerodinámico al cubo 25 y a otros componentes. El cubo 25 de rotor está acoplado dentro de la góndola 15 a un eje principal 22 que acciona una caja 28 de engranajes y, a su vez, un generador 23. El generador 23 proporciona suministro de energía eléctrica para dar servicio a una red eléctrica. La red incluye sistemas de distribución conocidos la técnica, y no se analiza generalmente en mayor detalle en el presente documento. Los aspectos operativos de la turbina 10 se gestionan mediante un sistema 24 de control. En esta realización, los componentes anteriores y diversos componentes adicionales están acoplados a un bastidor principal 27 dentro de la góndola 15. Se observará que son posibles otras configuraciones.

Con referencia a la Figura 4, se muestran aspectos ejemplares de un sistema 100 de turbina eólica de acuerdo con la tecnología convencional. El sistema 100 de turbina eólica puede incluir un generador 101 acoplado a un colector 102 de estator, que a su vez está acoplado a un convertidor 103 de frecuencia. El generador 103 de frecuencia puede a su vez estar acoplado a la red 179, a través de los componentes y conexiones mostrados. En relación con las diversas líneas eléctricas, componentes y conexiones que acoplan el generador 101 a la red 179, se observará que los términos "lado de generador" y "lado de red" se pueden utilizar para indicar la posición relativa de un componente con respecto a otro, así como la posición general de un componente dentro de los circuitos del sistema. Como tal (y tal como se usa en el presente documento), por ejemplo, un componente descrito como situado en el "lado de generador" de una conexión indica que el componente se encuentra entre la conexión y el generador 101. De la misma manera, por ejemplo, componente descrito como situado en el "lado de red" de una conexión indica que el componente se encuentra entre la conexión y la red 179. Además, como se ha mencionado, estos términos también pueden referirse a la ubicación general de un componente en el circuito. En consecuencia, el "lado de generador" del sistema se refiere a los circuitos y componentes situados entre el generador 101 y el convertidor 103 de potencia. Y, el "lado de red" del sistema se refiere a los circuitos y componentes situados entre el convertidor 103 de potencia y la ubicación de la conexión entre el sistema y la red 179.

El convertidor 103 de frecuencia (también denominado "convertidor de potencia eléctrica") incluye varios componentes para producir una señal eléctrica que esté sincronizada con la red eléctrica 179. Ejemplos no

limitantes de componentes asociados con el convertidor 103 de frecuencia incluyen un conjuntor generador 110 que esté acoplado al colector 102 de estator, y un convertidor 111 del lado de generador. El convertidor 111 del lado de generador recibe una señal de entrada de corriente alterna (CA) desde el generador 101, y convierte la entrada eléctrica en una señal de corriente continua (CC). El convertidor 111 del lado de generador proporciona la señal de CC a un convertidor 121 de lado de red, a través de un colector 130 de CC. El convertidor 121 del lado de red convierte la señal de CC en una señal de salida de CA, que sea adecuada para alimentar la red eléctrica 179. La alimentación de la red eléctrica 179 se produce a través de un conjuntor 120 de línea. Una unidad 140 de control del convertidor controla la operación de al menos parte de los diversos componentes del convertidor 103 de frecuencia.

En la turbina eólica 100 también se incluye un freno dinámico 210, y un conjuntor 222 de carga de volcado puede estar acoplado con una resistencia 221 de carga de volcado. El freno dinámico 210 puede estar acoplado a la unidad 140 de control de convertidor para controlar la operación de los mismos. En esta ilustración, la resistencia 221 de carga de volcado y el conjuntor generador 110 pueden estar acoplados, en paralelo, al colector 102 de estator. Una unidad 190 de control de turbina eólica puede controlar la operación del sistema 100 de turbina eólica, como se representa en esta ilustración. Los diversos conjuntores de la turbina eólica 100 realizan funciones de conmutación conocidas en la técnica. En esta ilustración, el generador 101 incluye una unidad 105 de frenado para frenar el generador 101.

El acoplamiento a la red eléctrica 179 del convertidor 103 de frecuencia normalmente implica el uso de un dispositivo 180 de interrupción de corriente (que puede incluir un fusible, un disyuntor, o similares), un transformador 181 de red de acoplamiento, un dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador (que puede incluir un fusible, un disyuntor, o similares) y un interruptor principal 183. Se apreciará que, si bien estos componentes se representan por separado, el transformador 181 y el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador generalmente están integrados.

Se apreciará que el freno dinámico 210, el freno mecánico 105, y el conjuntor 222 de carga de volcado proporcionan un nivel de protección para el sistema 100 de turbina eólica en caso de un fallo. Adicionalmente, el dispositivo 180 de interrupción de corriente proporciona algo de protección contra fallas que se produzcan en el lado de generador del sistema, y el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador proporciona cierta protección a los componentes del lado de red del sistema. Como se analiza en más detalle a continuación, la protección proporcionada a través de esta disposición convencional es insuficiente, dada la naturaleza de algunas fallas que se producen en los sistemas eléctricos de turbinas eólicas, en particular aquellas que se producen entre la conexión de red y el convertidor 103 de frecuencia que no producen altos niveles de corriente de falla. Debe observarse que, como apreciarán los expertos en la técnica, algunos de los diversos componentes representados en las Figuras 1 a 4 se consideran accesorios a las enseñanzas del presente documento. En consecuencia, estos y otros componentes generalmente no se presentan o analizan adicionalmente en el presente documento.

Con referencia a la Figura 5, se proporciona una representación simplificada de una red eléctrica de turbina eólica 10, que representa una pluralidad de turbinas eólicas 10 que pueden estar unidas y conectadas eléctricamente a la red 170. Como se muestra, cada una de las turbinas eólicas 10 puede formar una conexión con la alimentación de la red a través de una conexión a un transformador 181 y un dispositivo 182 de interrupción de corriente (por ejemplo, un fusible o disyuntor). La turbina eólica 10 puede conectar eléctricamente al transformador 181 y al dispositivo 182 de interrupción de corriente y, desde ahí, a través de una línea que pueden utilizar varias turbinas eólicas 10, al interruptor principal 183. El interruptor principal 183 conecta el circuito a la red 179.

Se apreciará que el "lado de red" del sistema convencional representado en las Figuras 4 y 5 se basa principalmente en el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador para proteger ante las fallas a los circuitos y componentes del lado de red, y desconectar las restantes turbinas eólicas 10 de la red. Es decir, aunque pueden existir otros dispositivos de protección en el lado de generador del convertidor 103 de frecuencia (como se ha descrito anteriormente), el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador comprende en general la protección de falla presente entre la llegada de media tensión de la unidad de turbina eólica y el transformador (es decir, entre el convertidor 103 de frecuencia y el transformador multiplicador 181), y en la circuitería situada más allá del transformador 181 hasta la conexión a red. Debido a esta ubicación, el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador generalmente comprende un disyuntor de media tensión con fusible. Más específicamente, el fusible 180 comprende generalmente un disyuntor de media tensión con fusible que coordina los equipos de la turbina eólica y la operación normal de los mismos. Debe observarse que el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador está destinado a proteger la turbina eólica contra fallas y actuar para desconectar las turbinas eólicas individuales del resto de turbinas de la instalación, en caso de fallas.

Sin embargo, como se ha descrito, muchos tipos de fallas de turbina eólica no producen un alto nivel de corriente de falla. Adicionalmente, algunas fallas eléctricas de turbina eólica generan altas corrientes temporales o de corta duración, que el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador no puede detectar debido a que tales corrientes elevadas de corta duración son frecuentes y, de hecho, necesarias para mantener en el sistema unos niveles de tensión adecuados. Es decir, debido a que el mantenimiento de la tensión en los sistemas eléctricos de turbina eólica requiere que las turbinas eólicas en ocasiones proporcionen altas corrientes, el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador está configurado para permitir altas corrientes. Esto, por supuesto, hace que presenten una capacidad insuficiente a la hora de detectar fallas que resulten solamente en niveles bajos a

moderados de corriente de falla (y, en algunos casos, incluso en altos niveles de corriente de falla). Como los expertos en la técnica apreciarán, los fallos de este tipo se producen y, a pesar de que no producen altos niveles de corriente de falla, pueden dañar los componentes eléctricos del sistema.

5 Con referencia a la siguiente figura, las Figuras 6 y 7 proporcionan un sistema eléctrico 300 de turbina eólica que incluye un circuito 302 contra sobretensiones del lado de red, de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. Como se apreciará, un circuito contra sobretensiones es un circuito eléctrico que se usa para impedir que una condición de sobretensión dañe los circuitos y componentes de un sistema eléctrico. En general, un circuito contra sobretensiones funciona creando una ruta de cortocircuito o de baja resistencia a través de la fuente de tensión. Los circuitos contra sobretensiones con frecuencia se implementan usando un tiristor (también denominado SCR) o Trisil® o tiratrón como el dispositivo de cortocircuito, aunque el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red puede implementarse con cualquier tipo de circuito contra sobretensiones disponible en el mercado, o similar. Los circuitos contra sobretensiones normalmente operan detectando si se ha superado una tensión de disparo. Una vez que se supera la tensión de disparo, el circuito contra sobretensiones proporciona la ruta de cortocircuito que hace caer la tensión por debajo del nivel de disparo, por lo general, pasando por tierra. Una vez activados, los circuitos contra sobretensiones dependen de la circuitería de limitación o de interrupción de corriente de la fuente de alimentación, de los fusibles en línea, o de los disyuntores para desconectar la fuente de alimentación. Se apreciará que un circuito contra sobretensiones activo es uno que puede detener el cortocircuito una vez que ha pasado la falla o evento transitorio, permitiendo así que el sistema reanude la operación normal. Los circuitos contra sobretensiones activos generalmente usan un transistor, tiristor con puerta de corte rápido (GTO) o tiristor de conmutación forzada en lugar de un tiristor para cortocircuitar el circuito. De acuerdo con realizaciones de la presente solicitud, el circuito 300 contra sobretensiones del lado de red puede comprender un circuito contra sobretensiones activo o pasivo.

La ubicación del circuito 302 contra sobretensiones del lado de red de la presente solicitud se define en el "lado de red" del convertidor 103 de frecuencia, lo que también puede describirse como entre el convertidor 103 de potencia y la conexión del sistema con la red 179 en el interruptor principal 183. Más en particular, en realizaciones preferidas, el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red puede describirse como dispuesto entre el convertidor 103 de frecuencia y el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador. Aún más en particular, el circuito 183 contra sobretensiones del lado de red se puede describir como dispuesto entre el dispositivo 180 de interrupción de corriente y el transformador 181.

30 El circuito 302 contra sobretensiones del lado de red puede controlarse, al menos en parte, mediante la unidad 140 de control de convertidor o, para el caso que nos ocupa, cualquier componente que pueda proporcionar la misma función que la unidad 140 de control de convertidor se describe en el presente documento como proporcionado en relación con el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red. Se apreciará que, de acuerdo con las tecnologías convencionales y disponibles en el mercado, la unidad 140 de control de convertidor puede configurarse para detectar fallas eléctricas que se produzcan en el sistema 300 de conformidad con cualquier sistema, procedimiento, o producto de detección de fallas convencional. Como se ha indicado, el término "falla/o" se refiere a cualquier perturbación eléctrica, cortocircuito, falla, fallo del sistema, transitorias, anomalía de alta tensión, anomalía de alta corriente, y otros términos similares que describen las perturbaciones eléctricas no deseadas en un sistema eléctrico que puedan dañar sus componentes y/o causar otros problemas de rendimiento negativo. Como los expertos en la técnica apreciarán, pueden usarse numerosos sistemas y procedimientos disponibles para detectar fallas en sistemas eléctricos, en particular los asociados a generadores eléctricos. Muchos ejemplos de esto se analizan en las siguientes patentes de General Electric: Patente de Estados Unidos n.º 7.102.355, Patente de Estados Unidos n.º 7.383.165 y Patente de Estados Unidos n.º 7.528.611, y las patentes referenciadas en las mismas, estando incorporadas todas ellas en su totalidad en la presente solicitud.

45 De conformidad con aspectos de algunos de los procedimientos anteriores de detección de fallas eléctricas proporcionados anteriormente, en algunas realizaciones de la presente solicitud, se incluyen sensores 304 de corriente que miden el nivel de corriente y otros aspectos de la corriente que fluye a través de una línea de energía. Los sensores 304 de corriente se pueden configurar para comunicar a la unidad 140 de control de convertidor los datos relativos a las mediciones tomadas. Los sensores 304 de corriente pueden estar situados entre el convertidor 103 de frecuencia y el transformador 181. Más preferiblemente, los sensores 304 de corriente pueden estar situados entre el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red y el transformador 181, como se muestra en la Figura 6. Como se ha indicado, los sensores 304 de corriente pueden proporcionar información relacionada con el nivel de corriente al convertidor 103 de frecuencia, de manera que se puedan detectar las fallas.

La operación del sistema 300 puede incluir lo siguiente.

55 El circuito 302 contra sobretensiones del lado de red puede estar situado como se ha descrito anteriormente, y configurado para activar un cortocircuito cuando se supere una tensión de disparo. En particular, se produce en el sistema 300 una falla eléctrica que produce una tensión superior a la tensión de disparo. Como se ha descrito, esto puede ocurrir a pesar de que la corriente asociada con la falla permanezca muy por debajo de la corriente requerida para disparar el dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador. Por ejemplo, como se apreciará, puede producirse una falla que se alimente desde la red, es decir, que la falla se vea sustentada por la tensión de la red. Esta falla puede ejercer una alta tensión a través del circuito 302 contra sobretensiones que supere el voltaje de

disparo del circuito. Al superar la tensión de disparo para el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red, el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red opera para crear un cortocircuito, como se ha descrito anteriormente, que puede incluir cortocircuitar el circuito poniéndolo a tierra. Los expertos en la técnica apreciarán que poner la tensión de falla a tierra a través de la activación del circuito 302 contra sobretensiones puede proteger el lado de red, y otros componentes eléctricos, sin accionar al tiempo un circuito de dispositivo de interrupción.

En algunas realizaciones, la activación del circuito 302 contra sobretensiones se puede usar para activar el dispositivo 182 de interrupción de circuito de manera que se interrumpa la corriente de falla del transformador. Es decir, la tensión de falla que activó el circuito 302 contra sobretensiones genera una alta corriente de falla a medida que el circuito 302 contra sobretensiones elimina sustancialmente toda la resistencia de la fuente de tensión. Por la posición relativa del dispositivo 182 de interrupción de corriente de transformador y el circuito 302 contra sobretensiones del lado de red, esta corriente de falla se desplaza a través de dispositivo de interrupción de circuito de transformador, haciendo de esta manera que interrumpa la corriente que fluye a través del mismo y desconectando eléctricamente el sistema 300 del resto de turbinas eólicas 10 y de la red 179. De esta manera, puede interrumpirse el voltaje y/o corriente de falla antes que se produzca un daño del sistema o, al menos, una avería grave del mismo.

En otra forma de operación, la unidad 140 de control del convertidor, o componente similar, pueden estar configurados para detectar un tipo de falla o varios tipos de fallas que se produzcan con frecuencia en los sistemas eléctricos de turbina eólica y, una vez detectadas, funcionar para activar el circuito 302 contra sobretensiones. En particular, mediante el uso de datos de corriente proporcionados por los sensores 304 de corriente, así como otros datos que puedan proporcionarse a través de sensores convencionales, la unidad 140 de control de convertidor detecta una falla. Como se ha analizado anteriormente, esto se puede hacer de conformidad con la operación de cualquier tecnología de detección de fallas convencional, y la falla puede incluir cualquier anomalía eléctrica detectable. Por ejemplo, la corriente medida puede detectar una corriente que no sea sensible a la salida de potencia del generador. Una vez que se detecta la falla, la unidad 140 de control de convertidor puede operar de manera que se aplique una tensión a través del circuito 302 contra sobretensiones que esté por encima de la tensión de disparo del circuito 302. En este punto, con el circuito 302 contra sobretensiones activado, el sistema 300 puede operar como se ha analizado anteriormente.

Como los expertos en la técnica apreciarán, las muchas características y configuraciones diferentes descritas anteriormente, en relación con las diversas realizaciones ejemplares, se pueden aplicar más selectivamente para formar las demás realizaciones posibles de la presente invención. Por el bien de la brevedad y teniendo en cuenta las capacidades de los expertos en la técnica, no se han propuesto o analizado en detalle todas las posibles iteraciones, aunque todas las combinaciones y posibles realizaciones abarcadas por las diversas reivindicaciones siguientes, o similares, están destinadas a ser parte de la presente solicitud. Adicionalmente, a partir de la anterior descripción de varias realizaciones ejemplares de la invención, los expertos en la técnica percibirán mejoras, cambios y modificaciones. Tales mejoras, cambios y modificaciones dentro de la experiencia de la técnica también están destinados a estar cubiertos por las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, resultará evidente que lo anterior se refiere solamente a las realizaciones descritas de la presente solicitud, y que pueden efectuarse numerosos cambios y modificaciones en el presente documento sin apartarse del ámbito de la solicitud, tal como se define por las siguientes reivindicaciones y los equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de turbina eólica que incluye una turbina eólica y un sistema eléctrico para conectar la turbina eólica (10) a una red eléctrica (179), comprendiendo el sistema eléctrico:
- 5 un convertidor (103) de frecuencia que convierte la energía eléctrica, producida por un generador (101) de la turbina eólica (10), en energía eléctrica que se sincroniza con la energía eléctrica de la red eléctrica (179);
- un transformador (181), que multiplica la tensión para la conexión a la red eléctrica (179), estando dispuesto el transformador (181) entre el convertidor (103) de frecuencia y una conexión a la red eléctrica (179);
- un circuito (302) contra sobretensiones de lado de red;
- 10 una unidad (140) de control de convertidor, configurada para detectar fallas eléctricas que se produzcan dentro del sistema; y
- en el que el circuito (302) contra sobretensiones de lado de red está configurado para aplicar un cortocircuito en el sistema eléctrico ante la detección de una falla por parte de la unidad (140) de control de convertidor; caracterizado por:
- 15 unos sensores (304) de corriente que están dispuestos entre el convertidor (103) de frecuencia y el transformador (181), en el que los sensores (304) de corriente están dispuestos entre el circuito (302) contra sobretensiones de lado de red y el transformador (181); y en el que los sensores (304) de corriente están configurados para tomar mediciones relativas a las características de corriente que fluye a través de una línea en dicha ubicación, y para comunicar a la unidad (140) de control de convertidor datos relativos a las mediciones de corriente; y en el que la unidad (140) de control de convertidor utiliza datos relativos a las mediciones de corriente para detectar la falla.
- 20
2. El sistema de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el circuito (302) contra sobretensiones de lado de red comprende un circuito contra sobretensiones dispuesto entre el convertidor (103) de frecuencia y la conexión a la red eléctrica (179).
3. El sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el circuito (302) contra sobretensiones de lado de red comprende un circuito contra sobretensiones dispuesto entre el convertidor (103) de frecuencia y el transformador (181).
- 25
4. El sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un dispositivo (182) de interrupción de circuito de transformador;
- 30 en el que el dispositivo (182) de interrupción de circuito de transformador está dispuesto entre el transformador (181) y la conexión a la red eléctrica (179).
5. El sistema de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el corto circuito comprende anticiparse a la activación del dispositivo (182) de interrupción de circuito de transformador, de tal manera que el dispositivo (182) de interrupción de circuito de transformador interrumpa la corriente que fluye a través del mismo.
6. El sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la falla comprende una falla alimentada por la tensión de red.
- 35
7. El sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la detección de una falla comprende aplicar una tensión predeterminada mediante el sistema eléctrico a través del circuito (302) contra sobretensiones de lado de red, en el que el nivel de tensión predeterminada excede un nivel de tensión de disparo del circuito contra sobretensiones.
- 40
8. El sistema de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una unidad (140) de control de convertidor que está configurada para detectar la falla y, tras la detección, causar la aplicación de un nivel de tensión predeterminada a través del circuito (302) contra sobretensiones de lado de red, en el que el nivel de tensión predeterminada excede un nivel de tensión de disparo del circuito (302) contra sobretensiones.
- 45

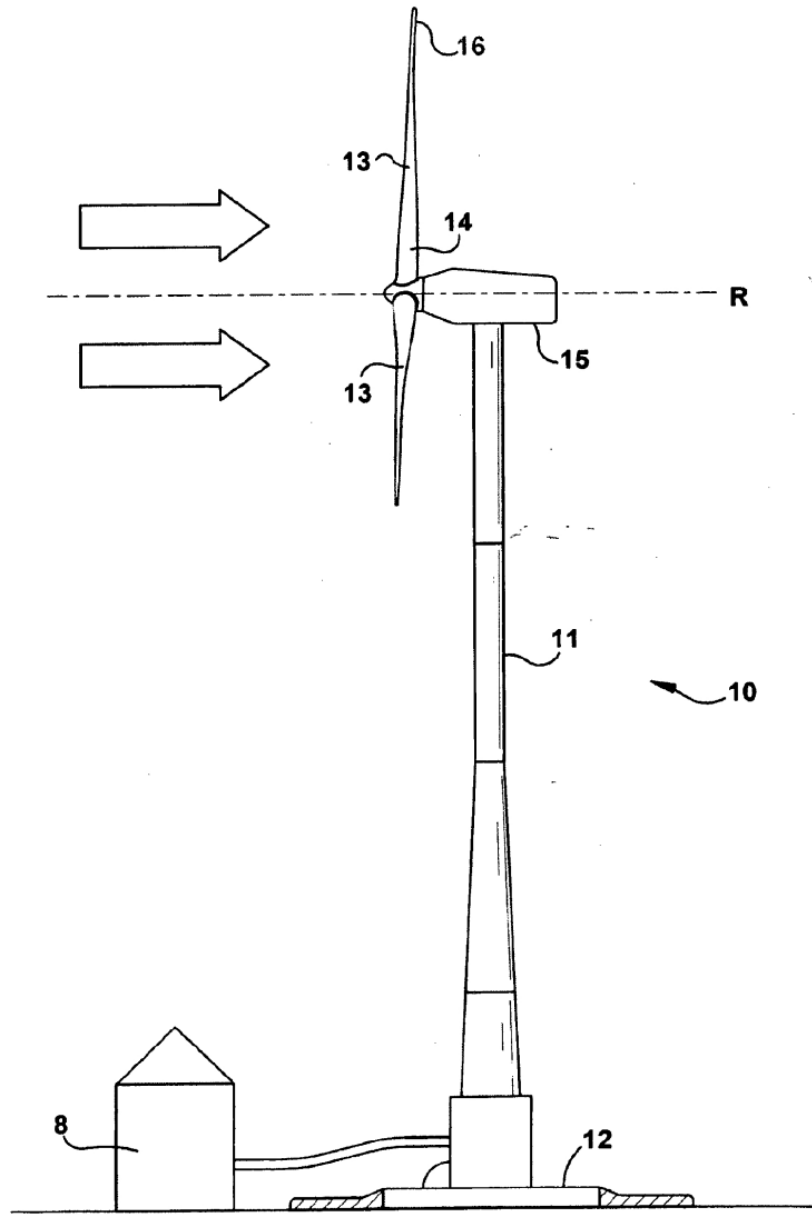


Figura 1

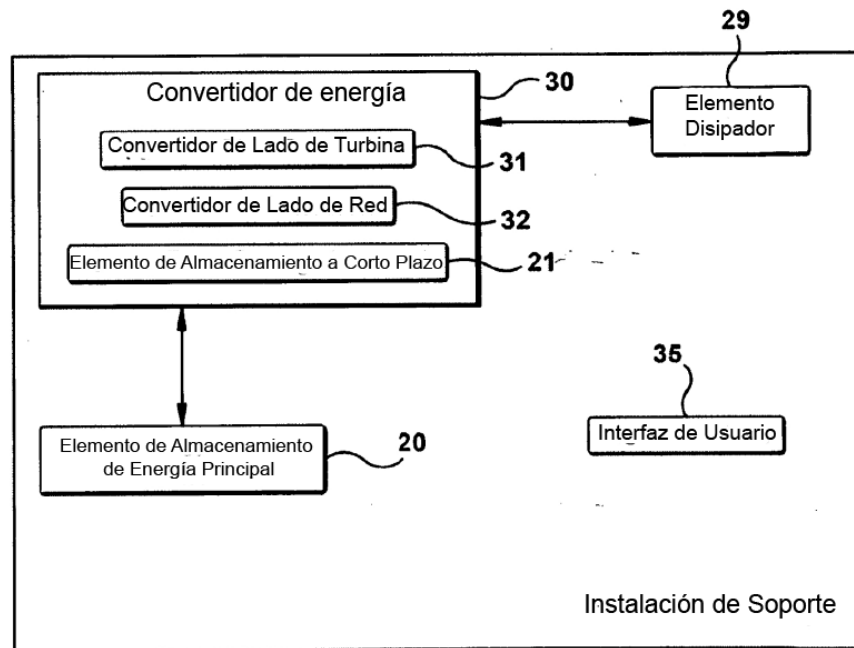


Figura 2

8

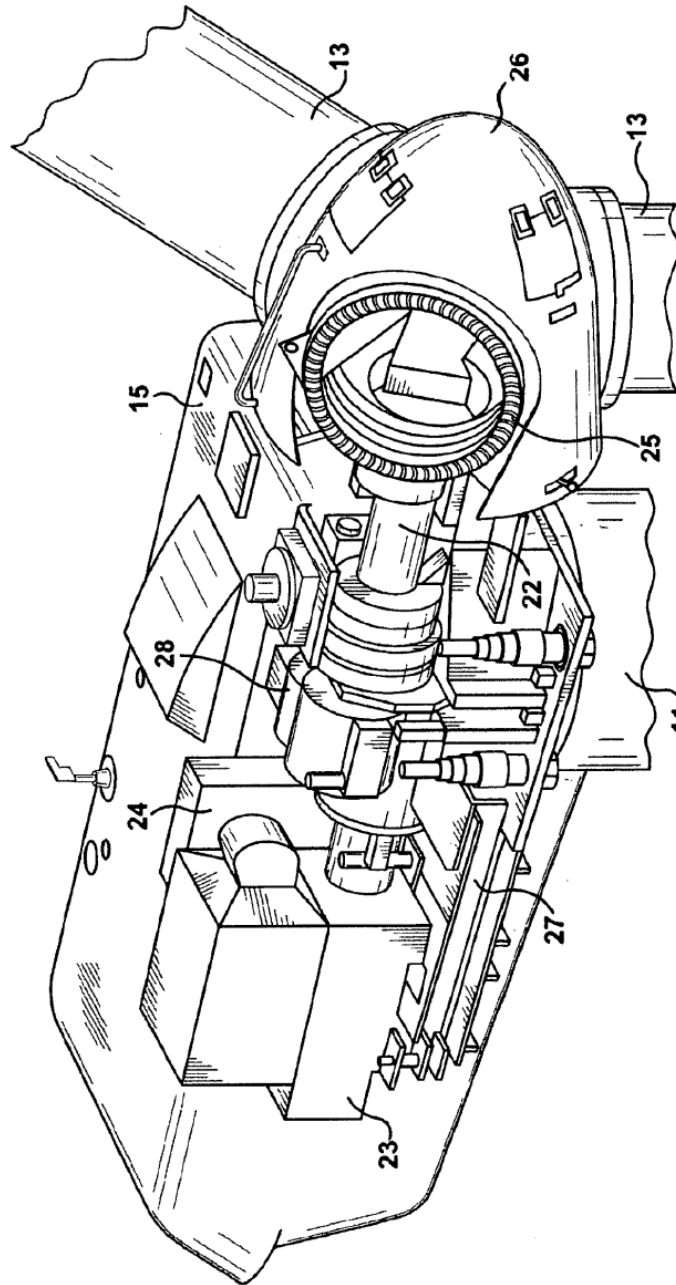


Figura 3

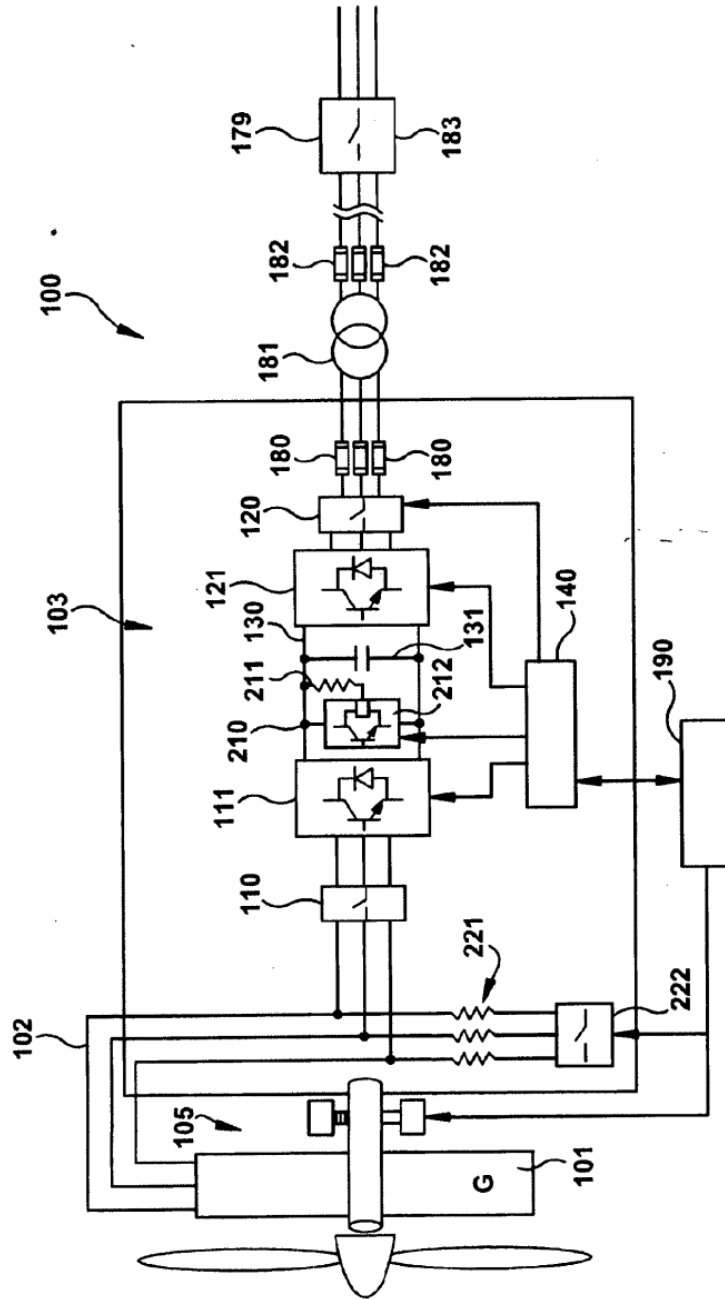
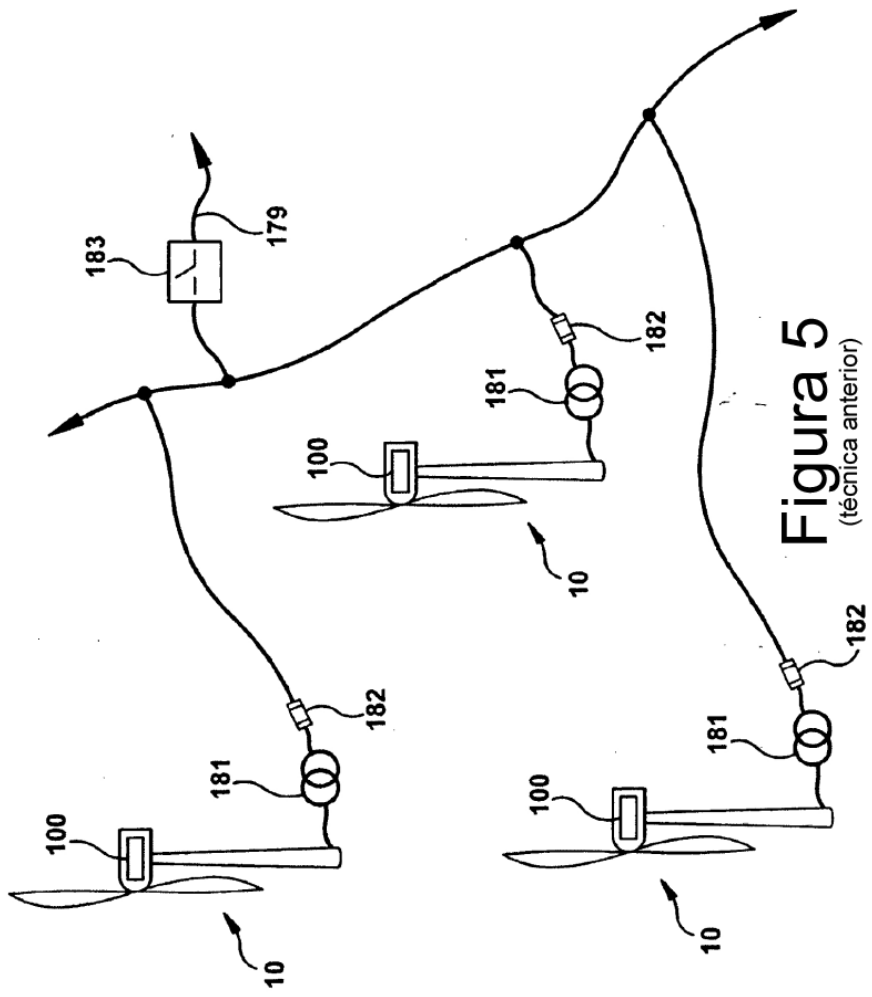


Figura 4
(técnica anterior)



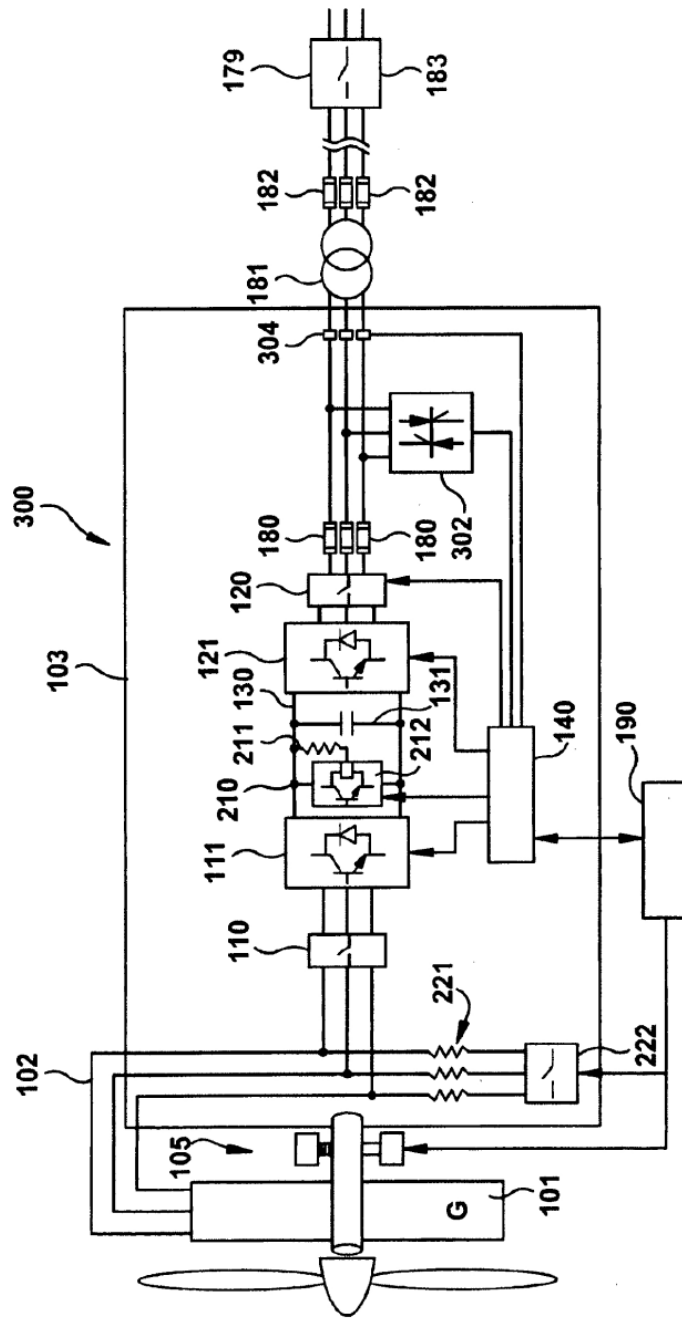


Figura 6

...

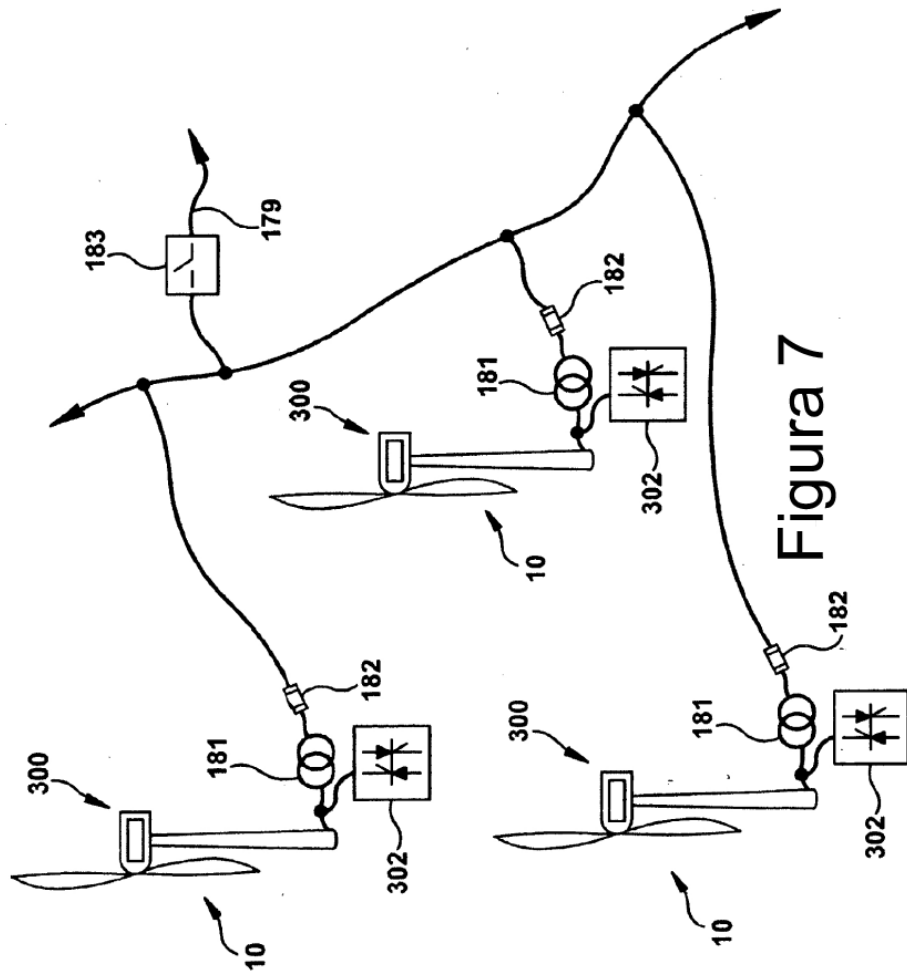


Figura 7