

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 100**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/34** (2010.01)

**G01R 31/42** (2006.01)

**G01R 31/50** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2016 E 16153567 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3056916**

54 Título: **Dispositivo de prueba para turbinas eólicas y procedimiento para la evaluación de una turbina eólica**

30 Prioridad:

**03.02.2015 DE 102015201857**

**26.08.2015 DE 102015114126**

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

**01.12.2020**

73 Titular/es:

**WOBBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)**

**Borsigstrasse 26**

**26607 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**SCHROBSDORFF, SIMON**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 797 100 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

Dispositivo de prueba para turbinas eólicas y procedimiento para la evaluación de una turbina eólica

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de prueba para turbinas eólicas y a un procedimiento para la evaluación de una turbina eólica.

Para que una turbina eólica sea autorizada, deben realizarse varias pruebas para demostrar que la turbina eólica cumple todos los requisitos. En dichas pruebas, los fallos en una red de suministro de energía, tales como una  
10 subfrecuencia, una sobrefrecuencia, una sobretensión/subtensión, un cortocircuito, etc., se emulan y se simulan, y se registra la reacción de la turbina eólica a dicho fallo.

El documento DE 10 2008 049 629 A1 describe un dispositivo de prueba para turbinas eólicas para generar o simular fallos en una red de suministro de energía. Para este propósito, el dispositivo de prueba está diseñado para generar  
15 errores de red de una manera definida. El dispositivo de prueba presenta un dispositivo de conmutación para encender un componente de interferencia eléctrica en relación con un parámetro de red. El dispositivo de prueba presenta un transformador de ahorro de energía para el componente de interferencia eléctrica. La red no alterada de la compañía de suministro de energía se aplica a una conexión de devanado primario y la conexión de devanado secundario se emite a una red alterada en relación con los parámetros de la red.

20 Como otro estado de la técnica, se hace referencia a los siguientes documentos: DE 10 2008 049 629 AI, DE 10 2010 060 333 A1, DE 20 2012 001 061 U1, US 2012/0 144 909 A1 y EP 2 146 264 A1.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un dispositivo de prueba para turbinas eólicas que permita una  
25 evaluación mejorada de una turbina eólica.

Este objetivo se consigue mediante un dispositivo de prueba para turbinas eólicas según la reivindicación 1, así como mediante un procedimiento de pruebas según la reivindicación 5.

30 Por lo tanto, se proporciona un dispositivo de prueba para turbinas eólicas para generar valores de corriente y/o tensión que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía. El dispositivo de prueba presenta una unidad transformadora con un transformador y una unidad de conmutación de transformador, una primera conexión para la conexión a una turbina eólica a probar, una segunda conexión para conexión a una red de suministro de energía, una  
35 unidad de bobina en serie con la primera conexión y una unidad de conmutación de prueba entre la primera y la segunda conexión. En un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento normal, la unidad de conmutación del transformador se abre y la unidad de conmutación de prueba se cierra. En un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, se cierra primero la unidad de conmutación del transformador para que pueda fluir la corriente circulante y luego se abre la unidad de conmutación de prueba para que no fluya la corriente circulante y haya un aumento de tensión o una reducción de tensión en la primera conexión.

40 La presente invención se refiere también a un procedimiento de prueba para probar una turbina eólica generando valores de corriente y/o tensión que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía, mediante una unidad de prueba que presenta una unidad transformadora con un transformador y una unidad de conmutación de transformador, una conexión para la conexión a una turbina eólica a probar, una segunda conexión para la conexión  
45 a una red de suministro de energía, una unidad de bobina en serie con la primera conexión y una unidad de conmutación de prueba entre la primera y la segunda conexión. En un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento normal, la unidad de conmutación del transformador se abre y la unidad de conmutación de prueba se cierra. En un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, la unidad de conmutación del transformador se cierra para que pueda fluir una corriente circulante. La unidad de conmutación de prueba se puede  
50 abrir para que no circule corriente circulante y haya un aumento o disminución de tensión en la primera conexión.

La presente invención se refiere también a un dispositivo de prueba para turbinas eólicas para generar valores de corriente y/o tensión que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía. El dispositivo de prueba presenta un transformador y dos unidades de conmutación de transformador, que están dispuestas delante y detrás  
55 del transformador. El dispositivo de prueba presenta una primera conexión para la conexión con una turbina eólica a probar y una segunda conexión para la conexión con una red de suministro de energía. La unidad de prueba también presenta una unidad de bobina en serie con el transformador y una unidad de conmutación de prueba entre la primera y la segunda conexión. La unidad de conmutación de prueba está dispuesta en paralelo a la conexión en serie del transformador y la unidad de bobina. En un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento  
60 normal, las dos unidades de conmutación del transformador están cerradas y la unidad de conmutación de prueba

también está cerrada. En un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, las dos unidades de conmutación del transformador se cierran primero, para que fluya una corriente circulante y a continuación se abre la unidad de conmutación de prueba, de modo que ya no fluya ninguna corriente circulante y haya un aumento o disminución de tensión en la primera conexión.

5

La presente invención se refiere también a un dispositivo de prueba para turbinas eólicas para generar valores de corriente y/o tensión que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía. El dispositivo de prueba presenta un transformador y una unidad de conmutación del transformador en serie con el transformador, una primera conexión para conectarse con una turbina eólica a probar, una segunda conexión para conectarse con una red de suministro de energía, una unidad de bobina en paralelo con la conexión en serie del transformador y la unidad de conmutación del transformador y una unidad de conmutación de prueba entre la primera y la segunda conexión. En un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento normal, la unidad de conmutación del transformador está abierta y la unidad de conmutación de prueba está cerrada. En un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, la unidad de conmutación de prueba está abierta primero y la unidad de conmutación del transformador está cerrada, de modo que hay un aumento de tensión o una caída de tensión en la primera conexión, donde finaliza el aumento de tensión o la caída de tensión cuando se cierra la unidad de conmutación del transformador.

Según un aspecto de la presente invención, el dispositivo de prueba presenta una carcasa en forma de un contenedor estándar.

20

Según otro aspecto de la presente invención, la bobina y la unidad de conmutación de prueba están conectadas en paralelo. Según otro aspecto de la presente invención

está prevista otra unidad de conmutación de prueba, que se proporciona entre la segunda conexión y la primera unidad de conmutación de prueba.

25

Otras configuraciones de la invención son objetivo de las reivindicaciones dependientes.

Algunas ventajas y ejemplos de realización de la invención se explican en mayor detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos.

30

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de una turbina eólica según la invención,

la Fig. 2A muestra una vista esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica,

la Fig. 2B muestra un gráfico para ilustrar la tensión en una turbina eólica y una tensión de red,

la Fig. 3A muestra una representación esquemática de una de una disposición de prueba de una turbina eólica según un primer ejemplo de realización,

la Fig. 3B muestra un gráfico para ilustrar la tensión de red en una disposición de prueba según el primer ejemplo de realización,

la Fig. 4A muestra una representación esquemática de una de una disposición de prueba de una turbina eólica según un segundo ejemplo de realización,

la Fig. 4B muestra un gráfico para ilustrar la tensión de red en una disposición de prueba según el segundo ejemplo de realización,

la Fig. 5A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica según el segundo ejemplo de realización,

la Fig. 5B muestra un gráfico para ilustrar la tensión de red en una disposición de prueba según el tercer ejemplo de realización,

la Fig. 6A muestra una representación esquemática de una de una disposición de prueba de una turbina eólica según un cuarto ejemplo de realización,

la Fig. 6B muestra un gráfico para ilustrar el perfil de tensión en una disposición de prueba según el cuarto ejemplo de realización,

la Fig. 7A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba según un quinto ejemplo de realización,

la Fig. 7B muestra un gráfico para ilustrar el perfil de tensión en una disposición de prueba según el quinto ejemplo de realización,

la Fig. 8A muestra una representación esquemática para ilustrar una disposición de prueba de una turbina eólica según un sexto ejemplo de realización,

la Fig. 8B muestra un gráfico para ilustrar un perfil de tensión en una disposición de prueba según un sexto ejemplo de realización,

la Fig. 9 muestra una vista en sección esquemática de una disposición de prueba según un séptimo ejemplo de

60

realización,

la Fig. 10 muestra un diagrama de bloques esquemático de una disposición de prueba de una turbina eólica según un octavo ejemplo de realización,

la Fig. 11 muestra un esquema eléctrico de una disposición de prueba para una turbina eólica según un noveno ejemplo de realización.

La Fig.1 muestra una descripción esquemática de una turbina eólica según la invención. La turbina eólica 100 presenta una torre 102 y una góndola 104 sobre la torre 102. En la góndola 104 está proporcionado un rotor aerodinámico 106 con tres palas del rotor 108 y un buje 110. Durante el funcionamiento de la turbina eólica, el rotor aerodinámico 106 se hace girar por el viento y, por lo tanto, también gira un rotor o una parte móvil de un generador, que está acoplado directa o indirectamente al rotor aerodinámico 106. El generador eléctrico está dispuesto en la góndola 104 y genera energía eléctrica. Los ángulos de paso de las palas del rotor 108 se pueden modificar por motores de paso en las raíces de pala de rotor 108b de las respectivas palas de rotor 108.

La Fig. 2A muestra una vista esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica. La turbina eólica 100 está acoplada a una red de suministro de energía eléctrica 200 a través de una unidad transformadora 300. La unidad transformadora 300 presenta una primera conexión 301 y una segunda conexión 302. La turbina eólica 100 está conectada o acoplada a la primera conexión 301 y la red de suministro de energía eléctrica 200 está conectada a la segunda conexión 302. La unidad transformadora 300 también presenta un transformador de ahorro de energía 310 y una unidad de conmutación de media tensión 320. Esta unidad de conmutación de media tensión 320 está acoplada a la red de suministro de energía eléctrica 200 a través de la segunda conexión 302. Un transformador de ahorro de energía es un transformador sin aislamiento galvánico.

El transformador (de ahorro de energía) 310 debe estar diseñado al menos para la potencia nominal de la turbina eólica. La corriente máxima resulta de la potencia aparente nominal del transformador a la tensión más baja durante la operación de subtensión LVRT (Low Voltage Ride Through). El transformador está (herméticamente) encapsulado y, por ejemplo, enfriado por aceite. El transformador presenta varias etapas. Las derivaciones en operación de subtensión HVRT (High Voltage Ride Through) son posibles con +5; +10; +15; +25; +30 y en operación de sobretensión LVRT con -3.9; -7.7; -11.6; -15.4; -19.3; -23.1.

El transformador de ahorro de energía puede estar previsto en un contenedor estándar, por ejemplo, un contenedor marítimo de 20 o 40 pies.

La unidad transformadora 300 se puede usar para simular un aumento de tensión permanente o una reducción de tensión en la turbina eólica 100, o se puede suministrar un aumento de tensión permanente o una reducción de tensión a la turbina eólica 100 con fines de prueba para averiguar cómo se comporta la turbina eólica en caso de un fallo de red.

La Fig. 2B muestra un gráfico para ilustrar el perfil de tensión en la turbina eólica U1 y la tensión U2 de la red de suministro de energía eléctrica.

La Fig. 3A muestra una representación esquemática de una góndola de una disposición de prueba de una turbina eólica según un primer ejemplo de realización. La Fig. 3A, se muestra una turbina eólica 100, que está acoplada a una unidad transformadora 300 a través de una unidad de prueba 400. La turbina eólica 100 se puede configurar tal como se describe en la Fig. 1. El dispositivo de prueba 400 también está acoplado a la red de suministro de energía eléctrica 200. La unidad transformadora 300 según el primer ejemplo de realización corresponde a la unidad transformadora según la Fig. 2A y presenta una primera y segunda conexión 301, 302, un (transformador de ahorro de energía 310 y una unidad de conmutación de media tensión 320.

El dispositivo de prueba 400 presenta una primera conexión 401 para el acoplamiento a la turbina eólica 100, una segunda conexión 402 para el acoplamiento a la red de suministro de energía eléctrica 200, una tercera conexión 403 para el acoplamiento a la primera conexión 301 de la unidad transformadora y una cuarta conexión 404 para el acoplamiento a la segunda conexión 302 de la unidad transformadora 300.

El dispositivo de prueba 400 también presenta un interruptor 410 entre la primera y segunda conexión 401, 402 y una bobina 420 entre la primera y tercera conexión 401, 403 y entre el interruptor 410 y la tercera conexión 403 del dispositivo de prueba 400. En la Fig. 3A, el interruptor 410 del dispositivo de prueba está cerrado y el interruptor 320 de la unidad transformadora está abierto, de modo que la tensión de red U2 está presente en la segunda conexión 320 de la unidad transformadora 300.

60

En la Fig. 3B, se muestra la tensión de red U2.

Según el primer ejemplo de realización (interruptor 410 cerrado, interruptor 320 abierto), la tensión de línea U2 corresponde al voltaje U1 en la turbina eólica. El primer ejemplo de realización corresponde, por lo tanto, al funcionamiento normal.

La Fig. 4A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica según un segundo ejemplo de realización. La estructura de la disposición de prueba con la turbina eólica 100, la red 200, la unidad transformadora 300 y el dispositivo de prueba 400 corresponde a la disposición según el primer ejemplo de realización de la Fig. 3A. Según el segundo ejemplo de realización, el interruptor 410 está cerrado y el interruptor 320 también está cerrado. Según el segundo ejemplo de realización, ambos interruptores 410, 420, por tanto, están cerrados, de modo que se produce una corriente circulante que es impulsada por la diferencia de tensión U3 entre U1 y U2. Esta corriente circulante está limitada por la bobina 420, e independientemente de la corriente que se pone a disposición mediante la turbina eólica 100.

El nivel de la corriente circulante depende de la tensión diferencial U3. Por ejemplo, si la tensión diferencial U3 es del 10 % (de 20 kV), entonces resulta una corriente circulante de 60 A con una bobina XSR de 20 ohmios.

La Fig. 4B muestra la tensión U2 de la red de suministro de energía eléctrica.

La Fig. 5A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica según un tercer ejemplo de realización. La disposición de prueba según el tercer ejemplo de realización corresponde a la estructura de la disposición de prueba según el primer o segundo ejemplo de realización. Según el tercer ejemplo de realización, el interruptor 410 está abierto mientras que el interruptor 320 está cerrado. Al abrir el interruptor 410 hay un aumento de tensión o una reducción de tensión en la turbina eólica, de modo que se pueden realizar pruebas adecuadas (sobretensión: High voltage ride through HVRT; subtensión: Low voltage ride through LVRT).

La Fig. 5B muestra un aumento de tensión de la tensión U1 en la turbina eólica en función de la posición de funcionamiento del interruptor 410.

La Fig. 6A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica según un cuarto ejemplo de realización. La estructura de la disposición de prueba según el cuarto ejemplo de realización corresponde a la estructura de la disposición de prueba según el primer, segundo o tercer ejemplo de realización. Según el cuarto ejemplo de realización, el interruptor 410 está cerrado, de modo que la tensión U1 en la turbina eólica corresponde a la tensión U2 de la red de suministro de energía eléctrica 200. La Fig. 6B muestra el diagrama de la tensión de red U2 y de la tensión U1 en la turbina eólica 100.

La Fig. 7A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba según un quinto ejemplo de realización. La estructura de la disposición de prueba corresponde a la estructura de la disposición de prueba según el primer, segundo, tercer o cuarto ejemplo de realización. Según el quinto ejemplo de realización, se abre el interruptor 320, de modo que el procedimiento de prueba finaliza. Las posiciones de los interruptores 410 y 320 según el quinto ejemplo de realización corresponden, por lo tanto, a las posiciones de los interruptores según el segundo ejemplo de realización.

La Fig. 7B muestra el diagrama de la tensión de red U2 y del diagrama de la tensión U1 en la turbina eólica.

La Fig. 8A muestra una representación esquemática de una disposición de prueba de una turbina eólica según un sexto ejemplo de realización. Según el sexto ejemplo de realización, se muestra una unidad de prueba 450, que presenta un transformador de ahorro de energía 310, una unidad de conmutación de media tensión 320, una bobina 420, un interruptor 410 y un segundo interruptor 430.

La Fig. 8B muestra el diagrama de la tensión de red U2 y de la tensión U1 en la turbina eólica.

La Fig. 9 muestra una sección transversal esquemática de una disposición de prueba según un séptimo ejemplo de realización. El dispositivo de prueba 400 está dispuesto en un contenedor estándar 500. El contenedor estándar 500 presenta una primera puerta y una segunda puerta 510, 520. Además, el contenedor estándar 500 presenta una zona de media tensión 540 y una zona 530 separada de la primera por una pared 541, en la que no hay media tensión. Puede estar previsto un control remoto 531 en la zona 530 para controlar el funcionamiento del dispositivo de prueba. El dispositivo de prueba 400 según uno de los ejemplos de realización 1 a 5 puede estar dispuesto en la zona de media tensión 540.

La Fig. 10 muestra un diagrama de bloques esquemático de una disposición de prueba de una turbina eólica según un octavo ejemplo de realización. La disposición de prueba 405 presenta un transformador de ahorro de energía 310, un primer y segundo interruptor S1, S2 (antes y después del transformador de ahorro de energía 310), una bobina 5 420, XSR y dos interruptores, en particular un interruptor de protección. La unidad de prueba se puede acoplar a una turbina eólica 100 y a la red de suministro de energía 200. En particular, la unidad de prueba 450 puede acoplarse a una turbina eólica 100 mediante una primera conexión 401. Además, la unidad de prueba 450 se puede acoplar a una red de suministro de energía eléctrica 200 a través de una segunda conexión 402. Un primer interruptor de protección o interruptor 410 y otro interruptor de protección CB están previstos entre la primera y la segunda conexión 401, 402. 10 El segundo interruptor de protección CB está acoplado a la primera conexión.

Un transformador de ahorro de energía 310 con un primer y segundo interruptor S1, S2 y una bobina 420 está conectado en paralelo con el interruptor de protección 410.

15 Según el octavo ejemplo de realización, el transformador de ahorro de energía 310 está conectado en serie con la bobina 420. Si los interruptores S1, S2 están cerrados y el interruptor 410 también está cerrado, puede fluir una corriente circulante a través del transformador y la bobina. Si los dos interruptores S1, S2 están cerrados y el interruptor 410 está abierto, entonces la corriente circulante es 0 y puede llevarse a cabo un caso de prueba de sobretensión (alta tensión). El aumento de tensión depende del nivel del transformador. 20

Si ambos interruptores S1, S2 se cierran posteriormente y el interruptor 410 también se cierra, entonces puede fluir nuevamente una corriente circulante.

La Fig. 11 muestra un esquema eléctrico de una disposición de prueba para una turbina eólica según un noveno ejemplo de realización. Según el noveno ejemplo de realización, el 25

transformador de ahorro de energía 310 y la bobina 420 están previstos en paralelo con un disyuntor 410. Otro interruptor de protección 440 está previsto en serie con el transformador de ahorro de energía 310. La disposición de prueba 450 se puede acoplar a una turbina eólica 100 y una red de suministro de energía eléctrica 200. 30

El procedimiento de prueba se explica a continuación:

En funcionamiento normal, el interruptor de protección 410 está cerrado y el interruptor de protección 440 está abierto. Cuando se abre el interruptor de protección 410 y se abre el interruptor de protección 440, la turbina eólica 100 funciona 35 con la bobina 420 anterior. No hay corriente circulante. Cuando el interruptor de protección 440 está cerrado, fluye una corriente circulante en el circuito del transformador de ahorro de energía 310 y la bobina 420 con un aumento/disminución de tensión en la conexión 401. Cuando se abre el interruptor de protección 440, la turbina eólica vuelve a funcionar a través de la bobina 420 y se finaliza la prueba de sobretensión/subtensión. Cuando se cierra el interruptor de protección 410, el sistema vuelve a funcionar normalmente. 40

Las figuras 4A, 5A, 6A, 7A y 8A presentan cada una una conexión en serie que comprende la bobina 240 y el transformador de ahorro de energía 310. Como resultado, puede disminuir la tensión a través de la bobina 420. Puede ser necesario tener en cuenta esta caída de tensión a través de la bobina 420, en particular si se están probando 45 varias turbinas eólicas. La disposición de prueba según la Fig. 11 representa una conexión paralela de la bobina 420 y el transformador de ahorro de energía 310. Esta conexión en paralelo puede evitar una caída de tensión a través de la bobina 420.

**REIVINDICACIONES**

1.            Uso de un dispositivo de prueba para turbinas eólicas (400) para generar valores de corriente y/o tensión que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía (200), donde el dispositivo de prueba para turbinas eólicas presenta una unidad transformadora (200) con un transformador (310) y una unidad de conmutación del transformador (320), una primera conexión (401) para la conexión con una turbina eólica (100) a probar, una segunda conexión (402) para la conexión con una red de suministro de energía (200), una unidad de bobina (420) en serie con la primera conexión (401) y una unidad de conmutación de prueba (410) entre la primera y la segunda conexión (401, 402),  
5  
10 donde en un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento normal, la unidad de conmutación del transformador (320) está abierta y la unidad de conmutación de prueba (410) está cerrada, donde en un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, se cierra primero la unidad de conmutación del transformador (320), de modo que fluya una corriente circulante y a continuación se abre la unidad de conmutación de prueba, de modo que ya no fluya ninguna corriente circulante y haya un aumento o disminución  
15 de tensión en la primera conexión (401).
2.            Uso de un dispositivo de prueba para turbinas eólicas (400) según la reivindicación 1, donde el dispositivo de prueba para turbinas eólicas presenta una carcasa (500) en forma de un contenedor estándar.
- 20 3.            Uso de un dispositivo de prueba para turbinas eólicas (400) según la reivindicación 1 o 2, donde la unidad de bobinas (420) y la unidad de conmutación de prueba (410) están dispuestas paralelas entre sí.
4.            Uso de un dispositivo de prueba para turbinas eólicas (400) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el dispositivo de prueba para turbinas eólicas presenta una segunda unidad de conmutación de prueba  
25 (430) entre la segunda conexión (402) y la primera unidad de conmutación de prueba (410).
5.            Procedimiento de prueba para probar una turbina eólica mediante la generación de valores de corriente y/o voltaje que corresponden a un fallo en una red de suministro de energía (200) mediante un dispositivo de prueba (400) que presenta una unidad transformadora (200) con un transformador (310) y una unidad de conmutación del transformador (320), una primera conexión (401) para la conexión con una turbina eólica (100) a probar, una segunda conexión (402) para la conexión con una red de suministro de energía (200), una unidad de bobina (420) en serie con la primera conexión (401) y una unidad de conmutación de prueba (410) entre la primera y la segunda conexión (401, 402), con las etapas de: en un primer modo de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento normal, abrir la unidad de conmutación del transformador (320) y cerrar la unidad de conmutación de prueba (410), y  
30 en un segundo modo de funcionamiento, es decir, el modo de prueba, cerrar la unidad de conmutación del transformador (320), para que pueda fluir una corriente circulante, y a continuación, abrir la unidad de conmutación de prueba (410) para que no circule ninguna corriente circulante y haya un aumento o disminución de tensión en la primera conexión (401).  
35

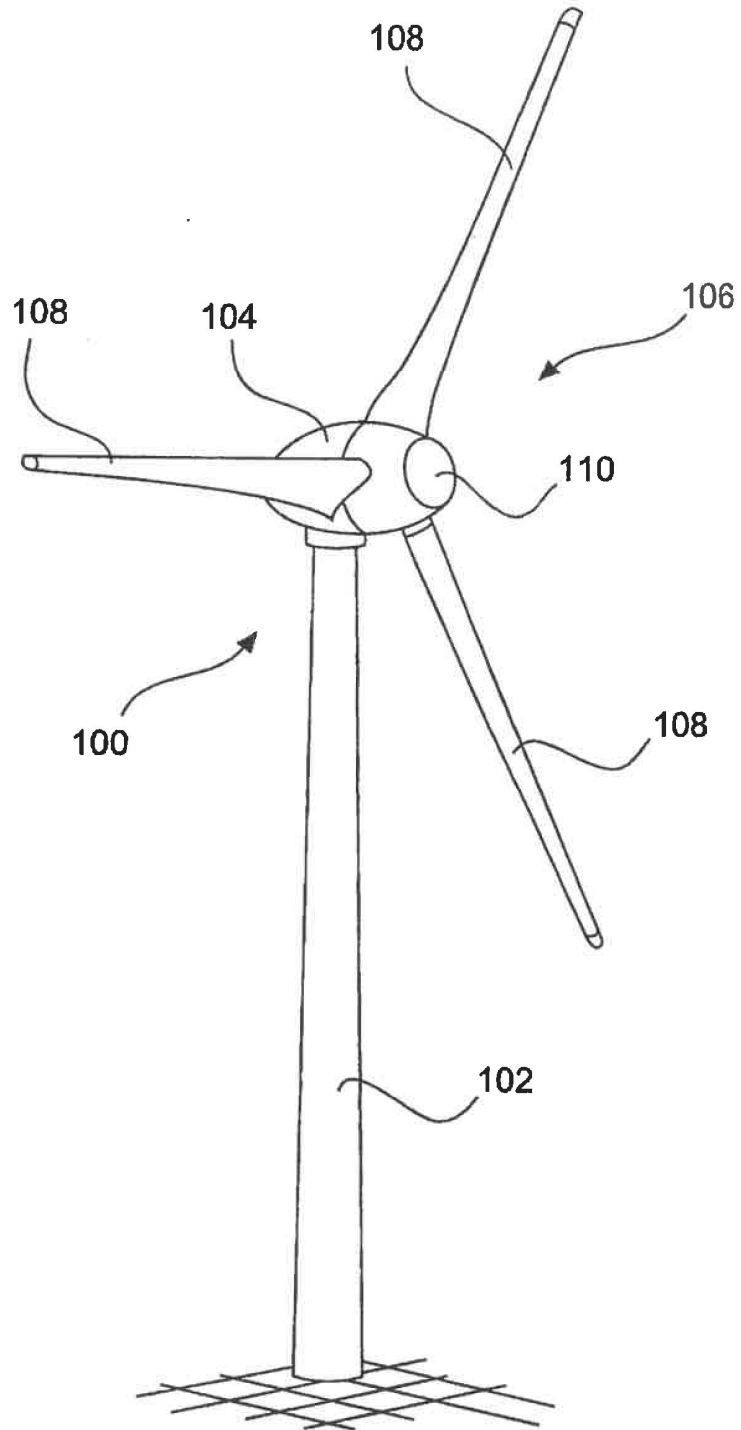


Fig. 1



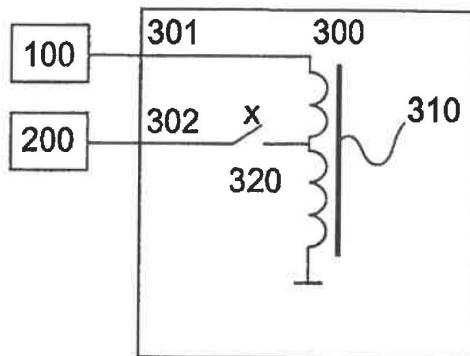


Fig. 2A

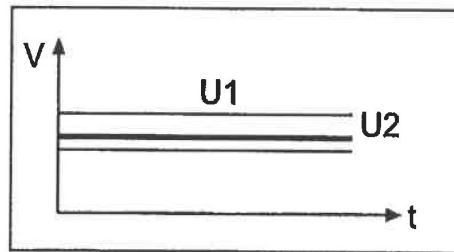


Fig. 2B

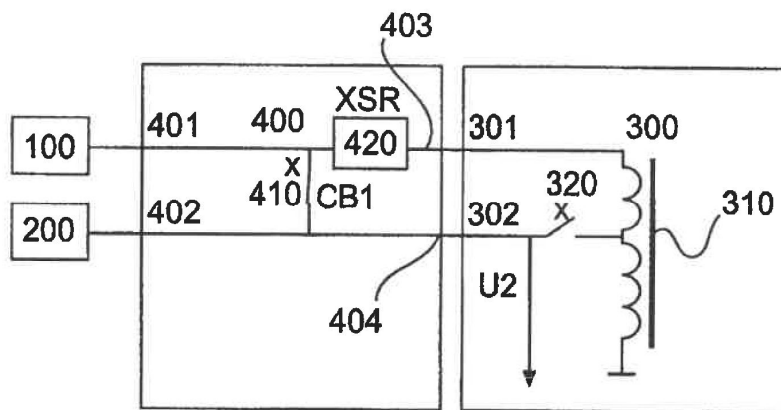


Fig.3A

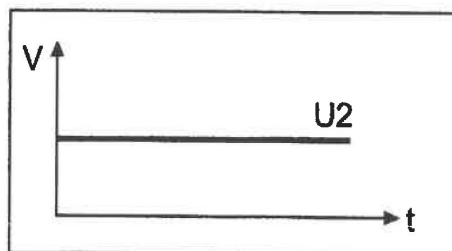


Fig.3B

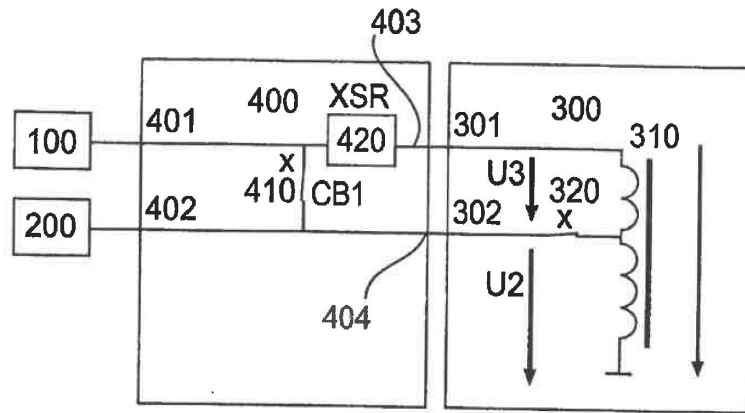


Fig.4A

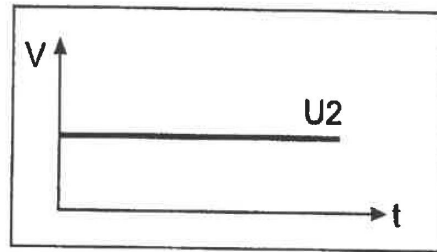


Fig.4B

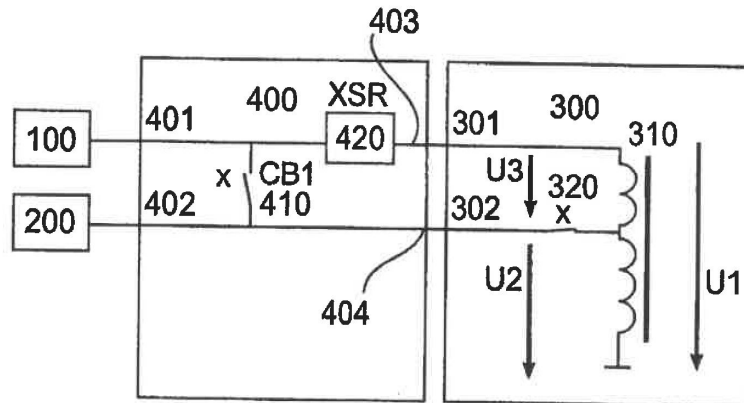


Fig.5A

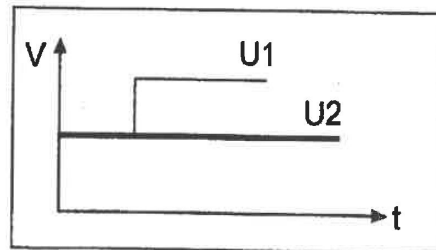


Fig.5B

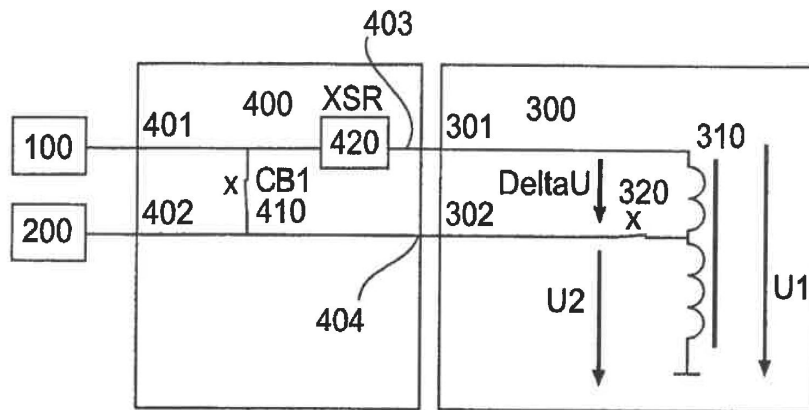


Fig.6A

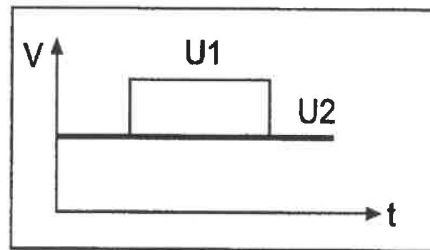


Fig.6B

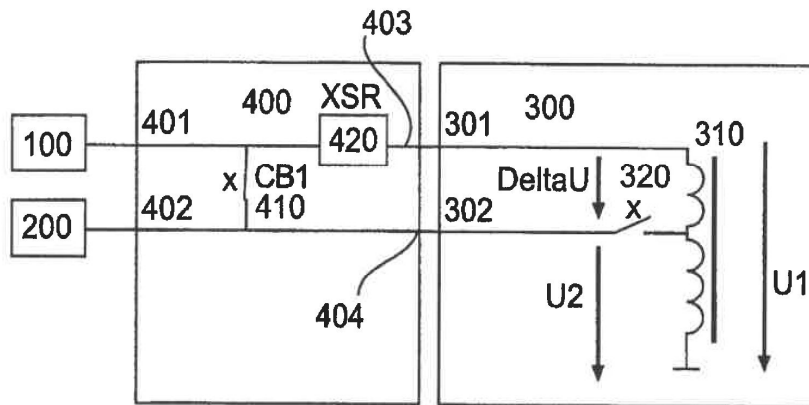


Fig.7A

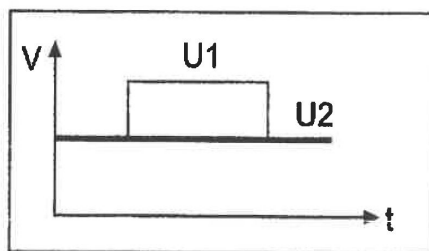


Fig.7B

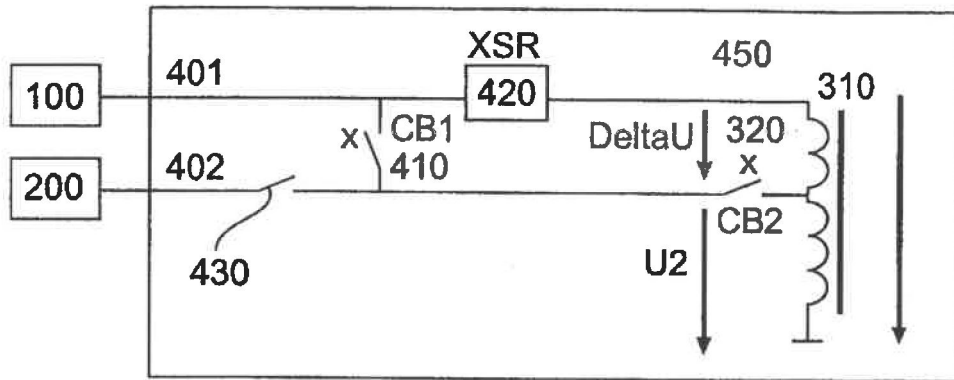


Fig.8A

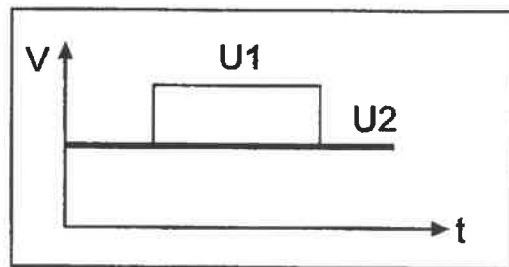


Fig.8B

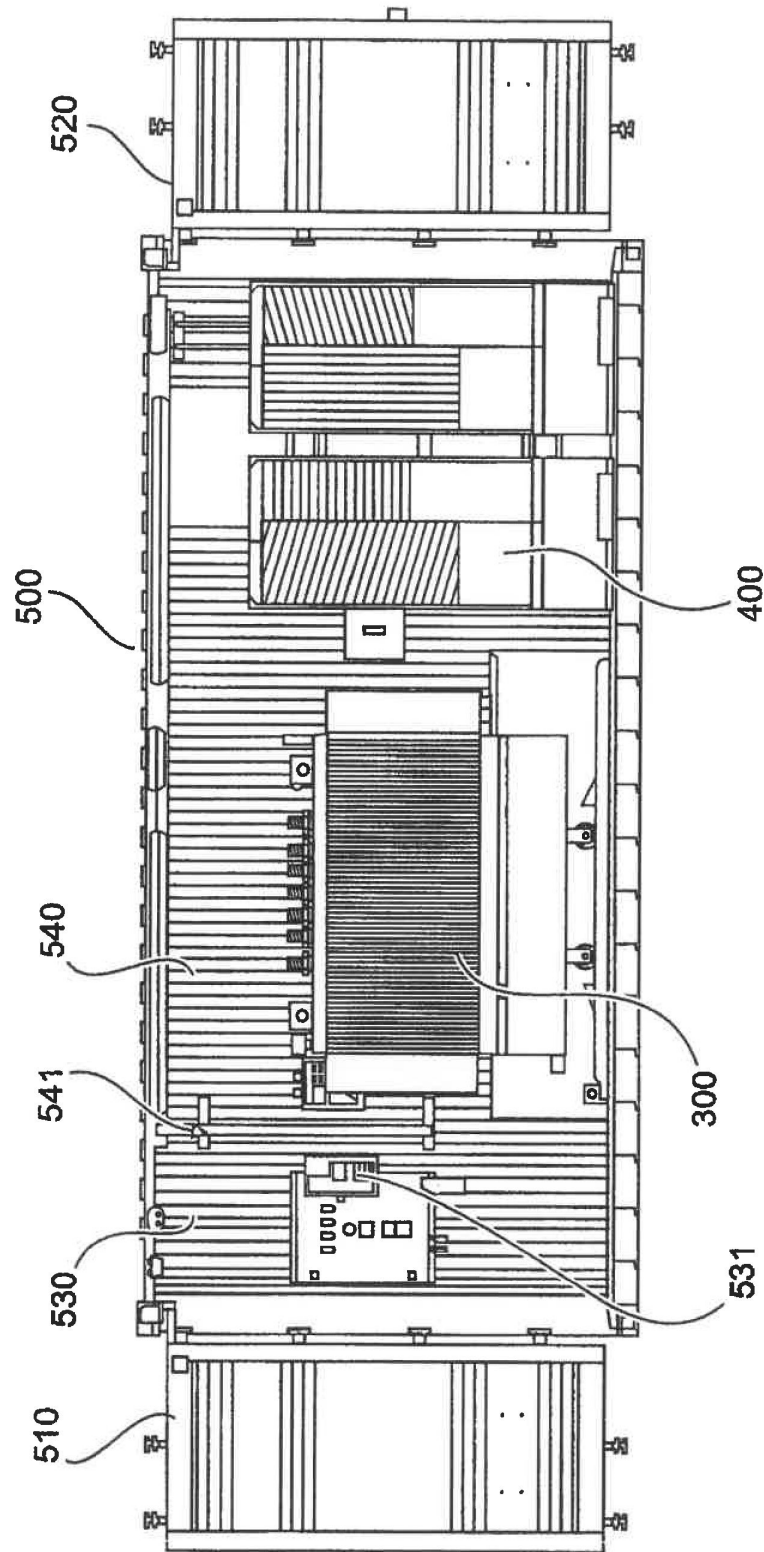


Fig.9

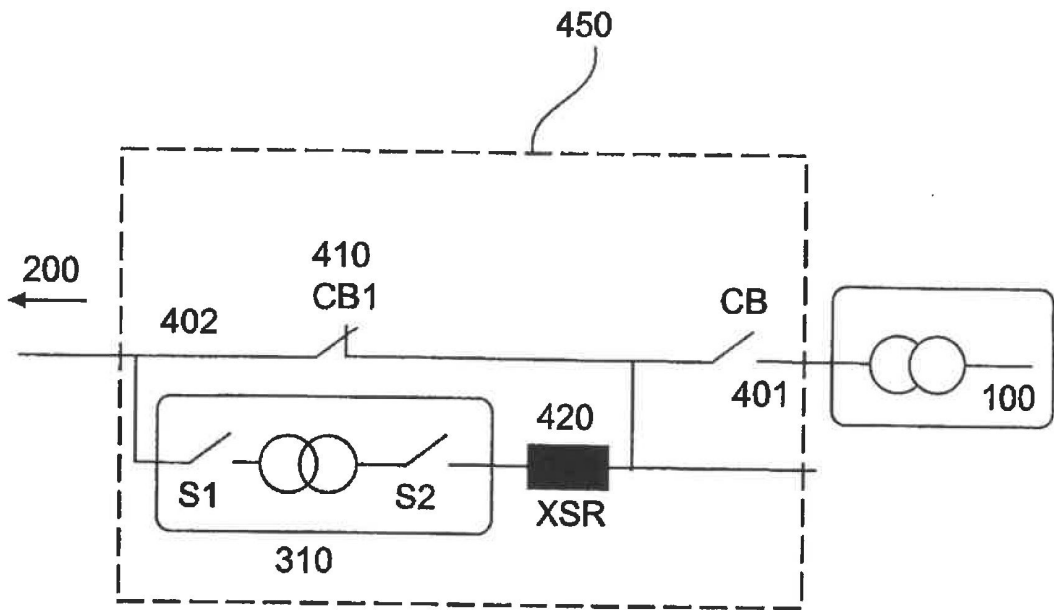


Fig.10

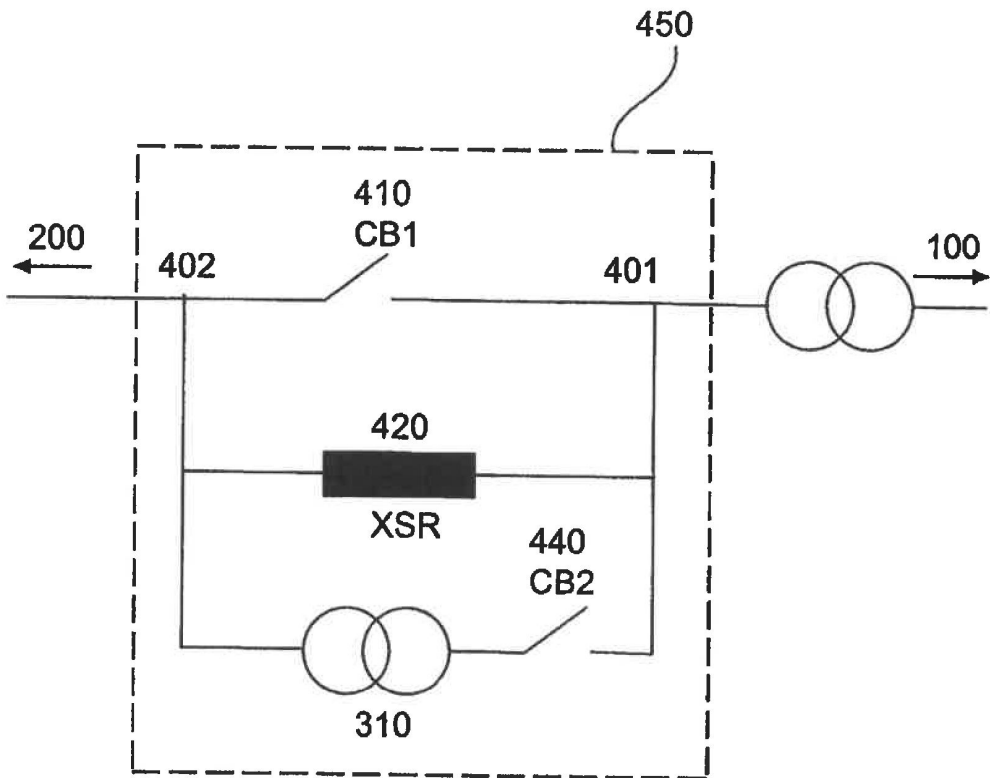


Fig.11