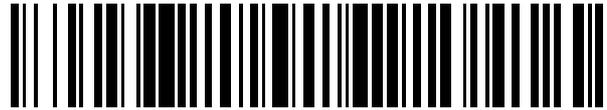


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 298**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)
G01R 31/42 (2006.01)
G01R 31/02 (2006.01)
G01R 31/34 (2006.01)
F03D 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2009 PCT/EP2009/007028**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10037537**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2009 E 09778783 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2332229**

54 Título: **Dispositivo de prueba de planta de energía eólica**

30 Prioridad:
30.09.2008 DE 102008049629

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2018

73 Titular/es:
**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:
LETAS, HEINZ-HERMANN

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 684 298 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 de planta de energía eólica

5 La invención se refiere a un dispositivo de prueba para plantas de energía eólica. Éste presenta una salida y una entrada, estando la planta de energía eólica conectada a la salida, y siendo conectable una red a la entrada y estando previsto un dispositivo de conmutación para conmutar un componente perturbador eléctrico con respecto a parámetro de red.

10 Con distribución creciente de plantas de energía eólica, deben cumplirse requisitos más severos con respecto a su comportamiento frente a la red. Esto es válido, en particular, para tales plantas de energía eólica, las cuales están previstas para la conexión a una red de media tensión. Las condiciones de conexión de red a cumplir se denominan por el respectivo operador de red como "Grid-Codes". A estos requisitos pertenece, p. ej., el comportamiento de la planta de energía eólica frente a un salto de tensión en la tensión de red. Este requisito, también denominado como "Voltage Ride Through", indica que las plantas de energía eólica en caso de la existencia de una falla de tensión en la red, no deben separarse inmediatamente, sino permanecer en la red durante al menos un tiempo determinado (habitualmente son aproximadamente 150 ms) y luego, bien tras el retorno de la tensión de red deben volcar de nuevo lo más rápido posible potencia eléctrica a la red, o participan durante la duración de la falla de red mediante volcado de potencia reactiva al sustentamiento de la red, en particular con respecto a la tensión de red.

20 Para poder comprobar la propiedad requerida de la planta de energía eólica con respecto al cumplimiento de los requisitos del operador de red, están previstos dispositivos de prueba. Esto se basa en el conocimiento de que en la red realmente pública no son practicables de verdad las mediciones correspondientes. Con ayuda del dispositivo de prueba se simulan fallas de tensión definidas correspondientes y se puede comprobar el comportamiento de la planta de energía eólica. Dispositivos de este tipo son conocidos para la comprobación de tensión de plantas de energía eólica. De esta manera, se simula el caso de perturbación de una subtensión de red mediante la conexión de estranguladores.

25 Por el documento EP 1 876 460 A1 es conocido un dispositivo de prueba, el cual debe conectarse entre una planta de energía eólica a comprobar y la red. Éste presenta un transformador integrado y varias impedancias conectadas en forma de matriz, las cuales pueden insertarse en bucle en el circuito eléctrico a través de conmutadores. Con el dispositivo pueden simularse diferentes fallas, como cortocircuitos de monofásicos o de varias fases entre fases o a masa. En este caso, puede ajustarse la duración y la profundidad de un hundimiento de tensión, sin embargo, no completamente independientes una de la otra.

30 Además, por el documento US 5 886 429 A es conocido un dispositivo de prueba, preferiblemente, para consumidores en modo de funcionamiento monofásico, en el que por medio de un transformador separado galvánicamente por medio de un bucle en el lado secundario o por medio de varias tomas, pueden generarse saltos de tensión o bien bajadas. La potencia a conmutar fluye en este caso a través de conmutadores semiconductores, de modo que este aparato no es adecuado para la conmutación de potencias demasiado grandes, tal como es necesario para plantas de energía eólica.

35 Por el documento US 6 285 169 B1 es conocido un aparato mejorado para probar por medio de saltos de tensión. Presenta un autotransformador con varias tomas, con el que se pueden generar tanto subtensiones como sobre también sobretensiones.

40 Por el documento US 7 218 122 B1 es conocido un aparato de prueba para sistemas de tensión trifásica, el cual está previsto con tensión de red por un lado y con tensiones adicionales, las cuales se generan por medio de un transformador, por otro lado. Son necesarios dispositivos de conmutación complicados para provocar esta interferencia de tensión. La pluralidad de dispositivos de conmutación necesarios para ello asegura una complejidad alta.

45 La presente invención tiene la misión de mejorar un dispositivo de prueba del tipo mencionado al principio, en el sentido que es más libremente ajustable para comprobar también otras fallas de red que no sean cortocircuitos.

La solución de acuerdo con la invención se encuentra en las características de la reivindicación independiente. Perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 En un dispositivo de prueba de planta de energía eólica, para la generación definida de fallas de red con una salida, a la que es conectable una planta de energía eólica a probar, y una entrada para la conexión de una red, estando previsto un dispositivo de conmutación para la conexión de un componente perturbador eléctrico con respecto a un parámetro de red, de acuerdo con la invención está previsto que se utilice un autotransformador para el componente perturbador eléctrico, es decir combinado con un bobinado giratorio (32') adicional a un autotransformador giratorio, estando aplicada la red sin perturbar en una conexión de bobinado primaria y en una conexión de bobinado secundaria se emite una red perturbada con respecto al parámetro de red.

A continuación, se explican primero algunos términos utilizados:

Bajo un parámetro de red se entiende una cantidad eléctrica de la red, como la tensión, la frecuencia o la fase. Normalmente, se aproxima una cantidad, la cual en caso de una perturbación de red por lo general varía, en particular la tensión de red o la fase de red.

- 5 Bajo una red perturbada se entiende un estado anómalo de la red, el cual tiene efectos negativos en la seguridad de la red y que debe afrontarse con medidas correctivas.

- 10 Bajo un autotransformador se entiende en una disposición, en la que el bobinado primario forma al mismo tiempo también una parte del bobinado secundario. Por lo tanto, no existe una separación galvánica entre el bobinado primario y el secundario. De la definición anterior sigue, que el bobinado secundario es aquel que presente una cantidad de vueltas mayor, es decir la cantidad de vueltas del bobinado primario y una parte adicional de bobinado; el bobinado primario forma, por el contrario, una parte del bobinado secundario y, por lo tanto, presenta solo una fracción de la cantidad de vueltas del bobinado secundario. Dicho de manera simplificada, el bobinado secundario es aquel con la mayor cantidad de vueltas.

- 15 Bajo una conexión del bobinado primario se entiende aquella conexión que junto con una raíz común forma un par de conexión para el bobinado primario.

Bajo una conexión de bobinado secundario se entiende la conexión que junto con la raíz común forma un segundo par de conexión para el bobinado secundario.

- 20 La invención se basa en el conocimiento de que con la utilización de solo pocos componentes convencionales de la tecnología energética eléctrica, es decir conmutadores, transformadores y, dado el caso, bobinas de choque, puede realizarse de manera sencilla un dispositivo de prueba, el cual también puede utilizarse con respecto a puntas de tensión o bien saltos de fase que aparecen. Un autotransformador en sí conocido se utiliza en el dispositivo de prueba de acuerdo con la invención de manera que éste también puede servir para la generación de tensiones más altas. Mediante este truco sorprendentemente sencillo se logra que también puedan generarse puntas de tensión para la comprobación. En este caso, de manera sencilla bajo utilización de componentes convencionales el programa de prueba puede ampliarse para las plantas de energía eólica.

- 25 Señalar que ya se propuso la utilización de autotransformadores para el dispositivo de prueba. Sin embargo, se utilizaron solo para la generación de tensiones más bajas. La invención ha descubierto, que mediante la conexión adecuada el autotransformador también pueden funcionar de manera que éste puede servir como componente perturbador para la generación de una punta de tensión.

- 30 El autotransformador previsto de acuerdo con la invención ofrece además la ventaja de que puede combinarse con una bobina giratoria (autotransformador giratorio combinado). Mediante esta combinación se logra que además se logra un desplazamiento de fase. En este caso, pueden combinarse, de manera sencilla, también perturbaciones de red con respecto a la fase. Señalar que, mediante el dimensionamiento de los comportamientos de bobinado en el autotransformador también se puede lograr que no resulte una variación de tensión, sino que solo se gire la fase.
- 35 Más ventajosa es, en este caso, una disposición en la que la bobina giratoria adicional esté dispuesta conmutable para la fase. En este caso, según la colocación del conmutador puede conectarse adicionalmente un salto de fase como otra perturbación de red, o esto puede tener lugar al mismo tiempo con un salto de tensión.

- 40 Preferiblemente, el autotransformador está configurado de manera que éste presenta varias tomas para la conexión de tensión secundaria. De esta manera se posibilita realizar diferentes alturas para el salto de tensión. Por consiguiente, también puede estar previsto que la bobina giratoria presente varias tomas para el autotransformador. En este caso, también pueden realizarse diferentes saltos de fase.

- 45 Preferiblemente, está previsto un autotransformador giratorio combinado en conmutación directa, con pares de bobinas dispuestos girados alternamente. Bajo "girados alternamente" se entiende en este caso que los ángulos eléctricos, encerrados por los respectivos pares de bobinas, son diferentes. Bajo el ángulo eléctrico se entiende en este caso, el ángulo determinado por las cantidades de vueltas bajo utilización del teorema del coseno. El cálculo exacto está indicado más en detalle en la descripción de las figuras siguiente. Esta forma de realización preferida ofrece la ventaja de que posibilita una prueba de sobretensión así como también de un salto de tensión con un único componente, y esto incluso en todas las fases.

- 50 Se ha demostrado que se obtiene una disposición particularmente ventajosa, de manera que el autotransformador giratorio está colocado para un ángulo de 53°. Esto significa que los ángulos eléctricos ascienden alternamente a 53° o bien 67°, con lo cual a través de tres fases resulta una suma de 360°. Señalar que mediante variación o bien adecuación de las cantidades de vueltas también pueden generarse otros, en sí cualquier, ángulos de giro.

Ventajosamente, está prevista una unidad de conmutación múltiple para el transformador giratorio. Esta unidad de conmutación múltiple está configurada de manera que el mismo autotransformador puede conmutarse a una segunda variante de conexión, en la que éste sirve para la generación de una subtensión. En este caso, puede utilizarse uno y el mismo autotransformador para esto, así como para la comprobación de puntas de tensión así como para aproximar subtensiones. También puede estar previsto que el autotransformador presente varios transformadores paralelos, los cuales son conectables independientes. Los transformadores individuales pueden, en este caso, estar concebidos para diferentes funciones, de modo que pueden activarse según se desee.

Ventajosamente, los conmutadores del dispositivo de conmutación y, dado el caso, de la unidad de conmutación múltiple, están configurados como conmutadores dobles. Esto ofrece la ventaja de un tiempo de conmutación corto. En caso de que se deseen tiempos de conmutación muy cortos, de esta manera, los conmutadores también puede estar realizados como conmutadores electrónicos. Esto ofrece la ventaja adicional de que se da una resistencia al desgaste alta y, con ello, una vida útil larga, también con ciclos de conmutación altos.

Con una forma de realización particularmente ventajosa de la invención, puede estar previsto que esté previsto un inversor en el componente de perturbación eléctrico. En este caso, mediante control correspondiente del inversor, pueden conectarse perturbaciones de red en sí libremente seleccionables. Un transformador es entonces no imprescindiblemente necesario y puede, dado el caso, reemplazarse por el inversor.

La invención se explica más en detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que está representado un ejemplo de realización ventajoso. Muestran:

La Fig. 1, una vista esquematizada de una planta de energía eólica con un dispositivo de prueba de acuerdo con una primera forma de realización;

la Fig. 2, una vista esquematizada de un dispositivo de prueba de acuerdo con una segunda forma de realización;

la Fig.3, un ejemplo de conmutación para un dispositivo de prueba de acuerdo con la primera forma de realización;

la Fig. 4, otro ejemplo de conmutación para un dispositivo de prueba de acuerdo con la primera forma de realización;

la Fig. 5, otro ejemplo de conmutación para un dispositivo de prueba de acuerdo con la segunda forma de realización;

la Fig. 6 a, b, ejemplos de conmutación para el dispositivo de conmutación de la primera forma de realización con una unidad de conmutación múltiple;

la Fig. 7, un transformador para el segundo ejemplo de conmutación; y

la Fig. 8, una conexión del transformador de acuerdo con la Fig. 7.

Dispositivos de prueba de acuerdo con la presente invención sirven para la prueba del comportamiento de una planta 1 de energía eólica en la red eléctrica. Como red eléctrica puede aproximarse una red 9 eléctrica pública existente real, o se puede recurrir a una o varias de las fuentes 9' de tensión que simulan la red eléctrica.

El dispositivo de prueba, el cual en su conjunto porta el número de referencia 2 o bien 2', está conectado entre la planta 1 de energía eólica y la red 9 eléctrica, o bien la fuente 9' de tensión que ejerce como sustituto. En este caso, el transformador 11, el cual generalmente está realizado como transformador de tensión media de la planta 1 de energía eólica, está conectado normalmente entre el dispositivo 2 de prueba y la planta 1 de energía eólica. Esto es válido en cualquier caso en una planta 1 de energía eólica con alternador acincrónico inyectado doble. En otras realizaciones, dado el caso, el dispositivo de prueba puede estar conectado entre la planta 1 de energía eólica y el transformador 11.

La construcción básica se explica en ejemplo de la primera forma de realización representada en la Fig. 1. La planta 1 de energía eólica está conectada a través de un transformador 11 a un salida 21 del dispositivo 2 de prueba. Conectados con la salida 21 están un primer conmutador 23 y un segundo conmutador 24. Los dos conmutadores se controlan mediante un módulo 25 de conmutación. En función de una señal de accionamiento entregada por el módulo 25 de conmutación, los dos conmutadores 23, 24 están en una primera posición, en la que el primer conmutador 23 está cerrado y el segundo conmutador 24 está abierto (representado en la Fig. 1), o en una segunda posición, en la que el primer conmutador 23 está abierto y el segundo conmutador 24 está cerrado. En la primera posición, la salida 21 está directamente conectada con una entrada 26, en la que puede estar conectada la red 9 eléctrica. Esta posición de conmutadores está fijada para el funcionamiento normal de la planta 1 de energía eólica.

en una red 9 eléctrica sin perturbar. En la segunda posición de conmutadores, la salida 21 está conectada con un componente 3 perturbador eléctrico. Éste está configurado para generar a partir de la tensión U_N proporcionada por la red 9 pública, una tensión U^* perturbada, la cual en el caso de perturbación se conecta a la planta 1 de energía eólica. La tensión U^* perturbada se diferencia de la tensión U_N de la red 9 eléctrica, en particular, ésta puede ser más alta para la simulación de un caso de sobretensión. Mediante accionamiento controlado de los dos conmutadores 23, 24, se puede determinar el momento y la duración de la perturbación de tensión de red (simulada), a la que se somete la planta 1 de energía eólica. Mediante ajuste de la tensión del componente 3 perturbador puede controlarse la severidad de la perturbación de tensión. Esta forma de realización del dispositivo de prueba ofrece la ventaja, de que posibilita directamente una prueba de la planta 1 de energía eólica en la red 9 eléctrica pública, y con poco esfuerzo adicional puede generarse autárquicamente la tensión perturbada necesaria para la prueba, por medio del componente 3 perturbador eléctrico. Esta forma de realización ofrece, por lo tanto, ventajas con respecto a manipulación más sencilla. Mediante ésta debe explicarse más en detalle la invención a modo de ejemplo.

Una segunda forma de realización alternativa representada en la Fig. 2, se diferencia de la representada en la Fig. 1 esencialmente en que el componente 3' perturbador está configurado como módulo separado. Para ello, una segunda entrada 27 se saca del dispositivo 2' de prueba, la cual está prevista para la conexión a la red pública, la cual aquí está reemplazada por una fuente 9' de tensión prevista para la simulación. El dispositivo 2' de prueba se diferencia del dispositivo 2 de prueba esencialmente en que el componente 3' perturbador eléctrico ya no está integrado en el dispositivo 2' de prueba, sino que está modularizado. Esto ofrece la posibilidad, de prever diferentes componentes 3' perturbadores eléctricos, los cuales según el caso de aplicación están conectados como módulo en el dispositivo 2' de prueba.

En las Fig. 3 y 4 están representados dos ejemplos de conmutación diferentes para la realización del dispositivo 2 de prueba. Con fines de simplificación, el módulo 25 de conmutación para los dos conmutadores 23, 24 no está representado. En la salida 21 está respectivamente conectada a través del transformador 11 una planta de energía eólica (no representada). En la entrada 26 está conectada la red 9 eléctrica pública. Se reconoce de nuevo el primer conmutador 23, el cual en funcionamiento normal conecta la planta de energía eólica a través del transformador 11 directamente con la red 9 eléctrica. Se reconoce, además, el segundo conmutador 24, el cual al abrir el primer conmutador 23 conecta una tensión perturbada en la planta 1 de energía eólica al transformador 11. Adicionalmente, está prevista una bobina de choque 28, la cual está conectada paralela al primer conmutador 23. Ésta ejerce como ayuda de conmutación para el puenteo de pausas de conmutación, las cuales se producen inevitablemente al conmutar los dos conmutadores 23, 24. Puesto que para evitar un cortocircuito entre la tensión normal y la tensión perturbada, la secuencia de los puntos de conmutación de los dos conmutadores 23, 24 debe elegirse de manera que no se solapen, sino que resulte una pausa al menos mínima, durante la cual están abiertos los dos conmutadores. Para lograr también estados definidos en la salida 21 durante esta pausa de conmutación, está prevista la bobina de choque 28. Señalar que, en el caso de la bobina de choque 28 puede tratarse de una inductancia sencilla (como se representa), o en lugar de esto, puede utilizarse un transformador con un lado secundario cortocircuitado. Lo último, ofrece la ventaja de una mejor tolerancia frente a golpes de tensión, los cuales pueden ascender a un múltiplo de la potencia nominal y provocan cargas considerables térmicas y también magnéticas. En particular, un transformador conmutado como bobina de choque puede soportar mejor la sobrecarga magnética que una bobina de choque sencilla.

El componente 3 perturbador eléctrico está compuesto en esta disposición de conmutación por un autotransformador con un bobinado 31 primario y un bobinado 32 secundario. El bobinado 31 primario está conectado con una conexión (raíz) en un punto neutro, el cual puede estar unido a tierra, y en la otra conexión está conectada la entrada 26 para la conexión (sin perturbar) de la red 9 eléctrica pública. En la conexión del bobinado 32 secundario está conectado el conmutador 24. El modo de acción del autotransformador como componente 3 perturbador eléctrico es como sigue. En el funcionamiento normal, el conmutador 24 está abierto y el conmutador 23 está cerrado. La tensión de la red 9 pública introducida en la conexión para el bobinado 31 primario está conectada con la planta 1 de energía eólica directamente a través del transformador 11. Si se accionan los conmutadores 23, 24, de esta manera, se abre primer el conmutador 23, con lo cual la corriente fluye a través de la bobina de choque 28 (por lo general, en este caso resulta un salto de fase), hasta que finalmente se cierra el conmutador 24. La tensión introducida en la entrada 26 por la red 9, ya no se conduce 1:1, sino que se aumenta por el autotransformador en la relación de la cantidad de bobinados entre el bobinado 31 primario y el bobinado 32 secundario, de modo que finalmente se introduce una sobretensión a través del transformador 11 a la planta 1 de energía eólica. La conmutación de vuelta tiene lugar en orden inverso, al abrirse en primer lugar el conmutador 24 y después de transcurrir la pausa de conmutación se cierra el conmutador 23. La planta 1 de energía eólica puede, de esta manera, probarse en su resistencia a sobretensión.

En la Fig. 4 está representada otra disposición de conmutación. Ésta se diferencia de la representada en la Fig. 3 esencialmente en que el autotransformador para el componente 3' perturbador eléctrico está configurado como autotransformador giratorio. Esto significa que el bobinado 32' secundario está además realizado como bobinado giratorio, es decir, gira la fase de la tensión conectada en éste. La invención ha descubierto, que en la práctica los saltos de tensión en la red, por lo general, no solo afectan la altura de la tensión, sino que también a su fase. Con

esta disposición de conmutación, la invención ofrece la ventaja de que esto puede considerarse mediante la realización particular del autotransformador giratorio con bobinado 32' giratorio integrado. El espectro de aplicación del dispositivo de prueba de acuerdo con la invención así equipado, se amplía de esta manera.

5 Señalar que, preferiblemente el bobinado 32 así como 32' secundario puede estar provisto con tomas 34 intermedias. Al conectarse el segundo conmutador 24 a una de estas tomas 34, puede elegirse el grado de la sobretensión así como el grado del ángulo de giro. Lo mismo es válido para el bobinado 31 primario, el cual puede estar igualmente provisto con varias tomas 33, con las que opcionalmente entonces puede estar conectada la entrada 26.

10 En la Fig. 5 está representada una variante de conmutación alternativa, en la que como componente perturbador eléctrico, en lugar del transformador giratorio está previsto un convertidor 3". Este comprende un rectificador 35 activo un circuito 36 intermedio y un inversor 37. El rectificador 35 puede estar conectado a la red 9 pública, sin embargo, también puede estar suministrado de otra manera con energía eléctrica. El inversor 37 genera una tensión U_Z adicional, la cual se añade a la tensión U_N de la red 9 pública y está en contacto con el segundo conmutador 24. La conexión del rectificador 35 y del inversor 37 tiene lugar a través de transformadores 38, 39 de acoplamiento para la separación del potencial de tensión media. Si se accionan, como se ha descrito anteriormente, el primer y el segundo conmutador 23, 24, así con el cierre del segundo conmutador 24 se introduce una tensión incrementada a través del transformador 11 en la planta 1 de energía eólica. Mediante control correspondiente del inversor 37, también puede girarse la polaridad de la tensión U_Z , de modo que se introduce una subtensión en el conmutador 24. En este caso, también puede probarse el comportamiento de la planta de energía eólica con subtensión. Los conmutadores 23, 24 están realizados como conmutadores 23 a, b y 24 a, b dobles. En este caso, pueden realizarse tiempos de conmutación muy cortos, para reproducir de esta manera también puntas o bien hundimientos de tensión (transitorios) breves. Estos conmutadores dobles también pueden estar previstos en las formas de realización de acuerdo con las Fig. 3 y 4. Señalar que, con un reglaje rápido en el inversor 37, también puede controlarse el someter a carga con el componente perturbador, también sin conmutadores 23, 24, directamente desde el inversor 37.

En la Fig. 6 está representada otra disposición de conmutación, la cual opcionalmente, puede aproximarse para la generación de una sobre o subtensión. Está basada en la variante de conmutación de acuerdo con la Fig. 4. Adicionalmente, está prevista una unidad 4 de conmutación múltiple. Ésta comprende dos inversores 41, 42, los cuales conectan, opcionalmente, la entrada 26 con la conexión del bobinado 31 primario o del bobinado 32 secundario, o bien, el segundo conmutador 24 con la conexión del bobinado 32 secundario o del bobinado 31 primario. Si la unidad 4 de conmutación múltiple se encuentra en su posición de reposo, como está representada en la Fig. 6a, de esta manera resulta una disposición de conmutación correspondiente a la de la Fig. 4. Al accionar el primer y el segundo conmutador 23, 24, en este caso, se somete la planta 1 de energía eólica a una sobretensión. Si, por el contrario, la disposición de conmutación se encuentra en la segunda posición, representada en la Fig. 6b, de esta manera se forma una disposición de conmutación, en la que el autotransformador giratorio está ahora conectado para la reducción de la tensión y, en el segundo conmutador 24, se introduce una tensión más baja frente a la tensión en la entrada 26. Mediante accionamiento de los conmutadores 23, 24, por lo tanto, la planta 1 de energía eólica se somete a una subtensión. Con esta disposición de conmutación, el dispositivo de prueba de acuerdo con la invención en combinación con el autotransformador previsto de acuerdo con la invención, está en la situación, de manera sorprendentemente sencilla, de realizar tanto comprobaciones de subtensión así como de sobretensión.

Un ejemplo de realización técnico para un autotransformador/transformador giratorio para aplicaciones de corriente trifásica, está representado en la Fig. 7. Se reconoce seis bobinados, los cuales están realizados como bobinados dispuestos alternos de un primer tipo I y de un segundo tipo II. El transformador está calculado para que la tensión de salida de, p. ej. 20 kV, acoplada en las clavijas U1, V1, W1 de salida es igual de grande que la tensión de salida de 20 kV acoplada en las clavijas U2, V2, W2, de salida. En el ejemplo de realización representado el transformador está calculado para un ángulo de giro de 53°. De esto, bajo utilización del "teorema del coseno" con la tensión de fase como lado de un triángulo isósceles, puede determinarse la corriente de bobinado del bobinado del primer tipo I de acuerdo con la fórmula:

$$U_I = \frac{20kV}{\sqrt{3} \times \sqrt{2} \times (1 - \cos 53^\circ)}$$

de la cual resulta un valor de 10,3 kV. De manera correspondiente, para la corriente de bobinado de los bobinados del segundo tipo II, resulta

$$U_{II} = \frac{20kV}{\sqrt{3} \times \sqrt{2} \times (1 - \cos 67^\circ)}$$

de la cual resulta un valor de 12,75 kV.

5 Los lados del transformador se forman, respectivamente, por dos bobinados que se encuentran uno encima de otro y enfrentados, es decir en la Fig. 7, p. ej., mediante el bobinado del tipo I colocado arriba y el bobinado del tipo II colocado abajo, para el primer lado, etc. La relación de las tensiones U_I y U_{II} , corresponde, en este caso, directamente para la relación de las cantidades de bobinado del bobinado primario y secundario del autotransformador/transformador giratorio.

10 Un ejemplo para la conexión de la conexión de los bobinados individuales del autotransformador/transformador giratorio, está representado en la Fig. 8. Las tensiones ajustadas en las conexiones de entrada y de salida, son, en este caso, igual de altas, sin embargo, giradas entre sí en un ángulo de fase de 53° . Señalar que, pueden confundirse entrada y salida entre sí, con lo cual el ángulo de fase puede invertirse, es decir resulta ser de -53° . Mediante adecuación de la cantidad de vueltas, son posibles cualquier ángulo de giro y también relaciones de transmisión de las tensiones. Si están previstas una o varias tomas en los bobinados, así pueden lograrse con solo un transformador ángulos de giro diferentes y, dado el caso, transmisiones de tensión.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica para la generación definida de fallas de red, con una salida (21), en la que es conectable una planta (1) de energía eólica a probar, y una entrada (26) para la conexión de una red (9), estando previsto un dispositivo (23, 24) de conmutación para conmutar un componente (3) perturbador eléctrico con respecto a un parámetro de red,
- caracterizado por que
- se utiliza un autotransformador para el componente (3) perturbador eléctrico, es decir combinado con un bobinado (32') giratorio adicional a un autotransformador giratorio, estando la red sin perturbar aplicada en una conexión (31) de bobinado primario y en una conexión (32) de bobinado secundaria se emite una red perturbada con respecto al parámetro de red.
- 10 2. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según la reivindicación 1,
- caracterizado por que
- el bobinado (32') giratorio está realizado conmutable.
3. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 o 2,
- 15 caracterizado por que
- el bobinado (31, 32) primario y/o secundario está provisto con varias tomas (33, 34).
4. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- caracterizado por que
- el bobinado (32') giratorio está provisto con varias tomas (34).
- 20 5. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que
- está previsto un autotransformador/transformador giratorio con bobinado (32') giratorio integrado.
6. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado por que
- 25 el bobinado giratorio está colocado de manera que resulta un ángulo eléctrico entre las fases de 50° a 60°, preferiblemente de 53°.
7. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que
- 30 el dispositivo (23, 24) de conmutación comprende conmutadores dobles, los cuales están conectados en serie para la generación de tiempos de conmutación cortos.
8. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado por que
- el dispositivo de conmutación comprende conmutadores electrónicos.
9. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores,
- 35 caracterizado por que
- está prevista una unidad (4) de conmutación múltiple, la cual conmuta el componente (3) perturbador eléctrico entre un tipo de funcionamiento de sobretensión y de subtensión.

10. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

el componente perturbador eléctrico comprende un inversor (3'').

11. Dispositivo de prueba de planta de energía eólica según una de las reivindicaciones anteriores,

5 caracterizado por que

el autotransformador está compuesto por varios transformadores paralelos, los cuales son activables individualmente.

10 12. Procedimiento para probar una planta de energía eólica con los pasos para la conexión de un autotransformador, el cual está combinado con un bobinado giratorio adicional a un autotransformador giratorio, en serie y/o paralelo para la conexión entre red de distribución y planta de energía eólica con una primera relación de transmisión, en particular de 1:1, conmutación temporal del autotransformador a otra relación de transmisión con una tensión secundaria más alta y/o fase girada para un tiempo predefinido, conmutar de vuelta el autotransformador a la primera relación de transmisión.

13. Procedimiento según la reivindicación 12,

15 caracterizado por que

se realiza el paso 2 con diferentes relaciones de transmisión y/o transformadores.

14. Procedimiento según la reivindicación 12 o 13,

caracterizado por que

se realiza el paso con diferentes ángulos de giro.

20

Fig. 1

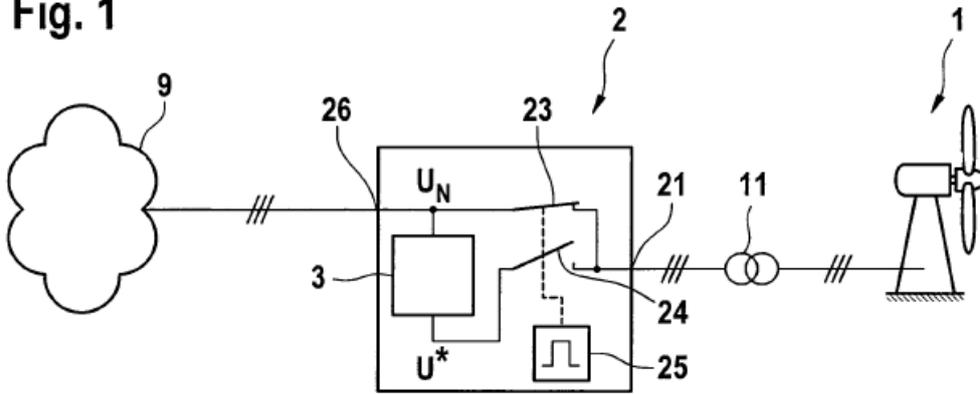


Fig. 2

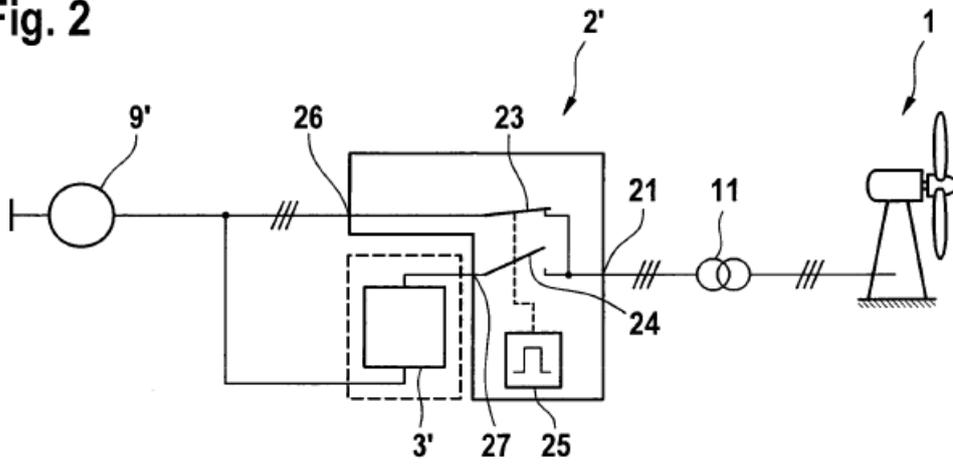


Fig. 3

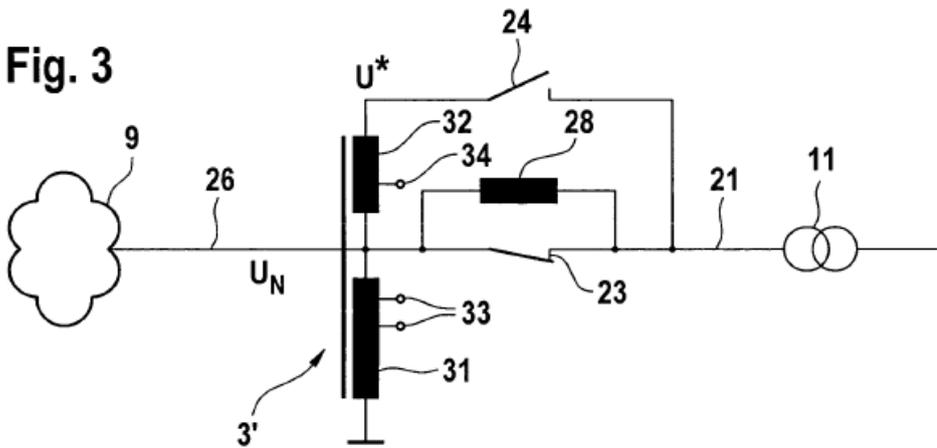


Fig. 4

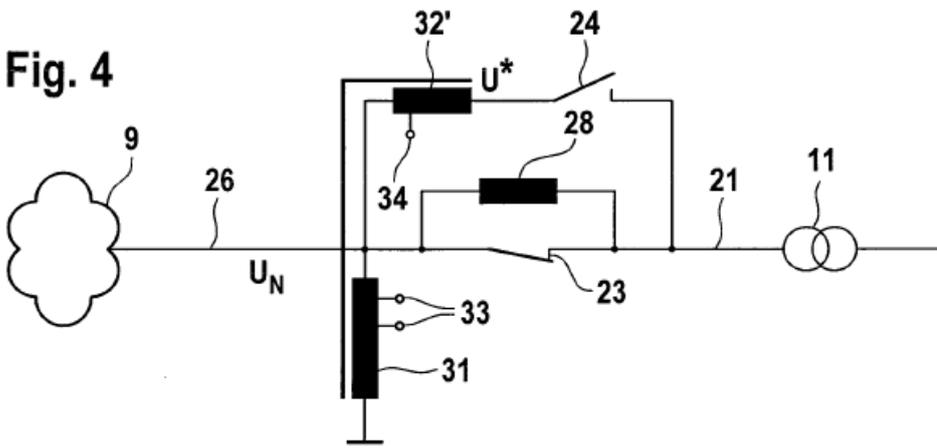


Fig. 5

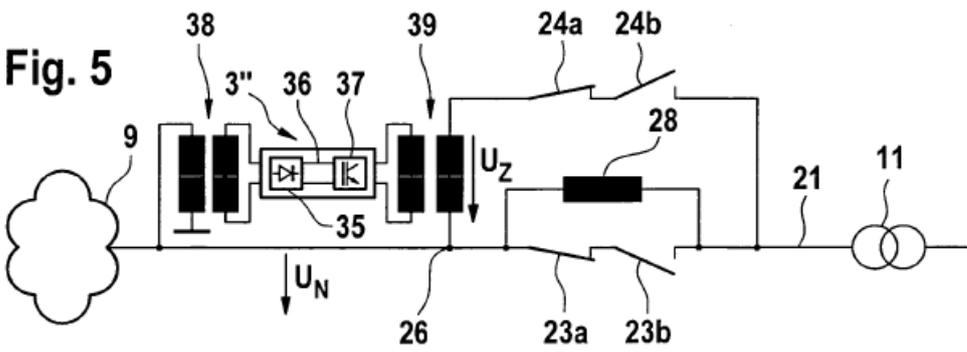


Fig. 6a

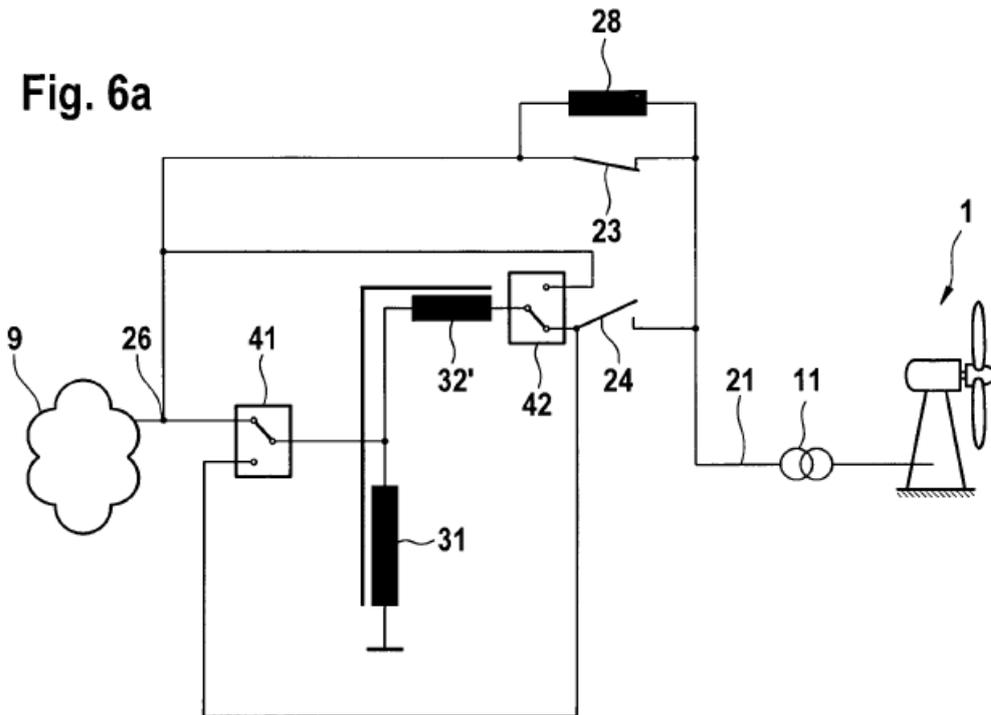
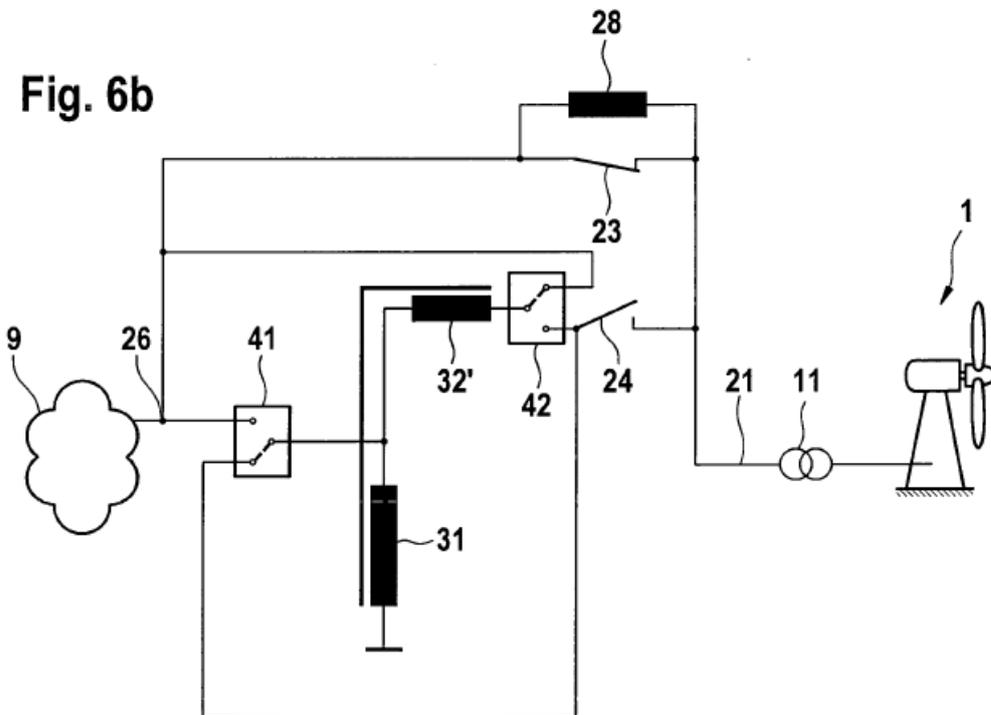


Fig. 6b



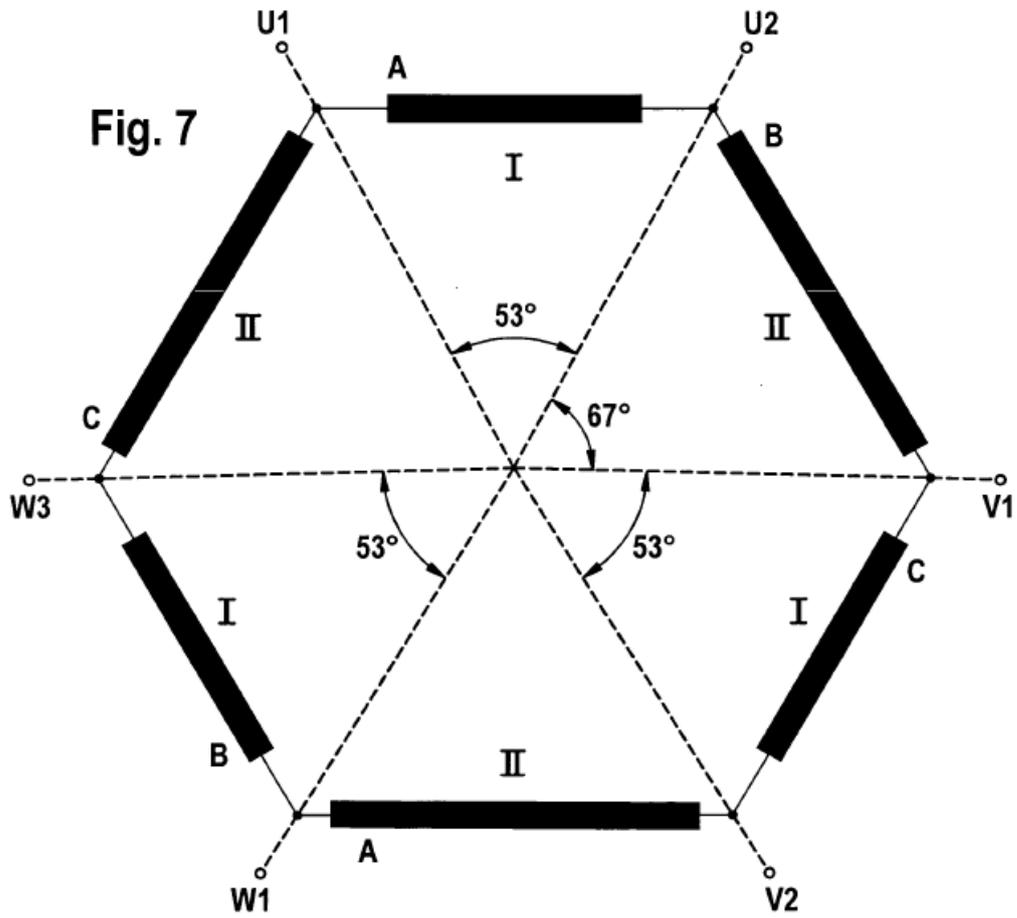


Fig. 8

