

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 082**

51 Int. Cl.:

H01F 27/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2012 E 12784430 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2771894**

54 Título: **Transformador de turbina eólica**

30 Prioridad:

28.10.2011 US 201161552892 P
20.12.2011 DK 201170729

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HILLEBRANDT, JESPER y
SCHALOW, FRANK

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 567 082 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

Transformador de turbina eólica

Campo técnico

La presente invención se refiere a transformadores rellenos de líquido para turbinas eólicas.

5 **Antecedentes**

Las instalaciones de energía eólica comprenden generalmente una o más turbinas eólicas conectadas con una red de distribución u otra red similar. Las instalaciones típicas comprenden varias turbinas eólicas y se conocen generalmente como "parques eólicos". Cada una de las turbinas eólicas comprende un rotor, que se monta en una góndola situada en la parte superior de una torre. El rotor tiene una pluralidad de palas, y se conecta mediante un árbol del rotor a un generador situado dentro de la góndola. La salida del generador se conecta a un convertidor, que comprende generalmente un rectificador para convertir la salida de tensión de CA del generador en una tensión de CC, y un inversor para convertir la tensión de CC a una tensión de CA que tiene una frecuencia compatible con la frecuencia de red. La salida del convertidor se conecta a un transformador principal (denominado igualmente como un transformador de alta tensión (AT)) de la turbina eólica, que convierte la salida de baja tensión relativa procedente del generador en una alta tensión adecuada para su transmisión a la red o a una subestación intermedia que alimenta a una red eléctrica o de distribución.

La mayoría de las turbinas eólicas modernas incluyen asimismo un transformador auxiliar (denominado igualmente como transformador de baja tensión (BT)) que proporciona una fuente de alimentación de CA de baja tensión (típicamente alrededor de 120-400 V) a la góndola. Este transformador auxiliar alimenta un número de componentes auxiliares dentro de la góndola, tal como la iluminación, que son necesarios cuando el personal de mantenimiento trabaja dentro de la góndola. El transformador auxiliar proporciona igualmente una fuente de alimentación para los mecanismos de paso y guiñada, que permite que estos sistemas funcionen incluso cuando la turbina no está generando energía. El transformador auxiliar se aloja generalmente dentro de la góndola y está conectado en el lado de baja tensión del transformador principal, tomando como su entrada la salida del convertidor. Un transformador auxiliar puede estar asociado igualmente con una subestación, en cuyo caso el transformador auxiliar puede alimentar una pluralidad de turbinas eólicas.

Resumen de la invención

En un modo de realización, se proporciona un conjunto de transformador para una turbina eólica como se define en la reivindicación 1 adjunta.

Breve descripción de los dibujos

30 Con el fin de que la presente invención se pueda entender más fácilmente, se describirán a continuación modos de realización de la invención tan solo a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama esquemático de un conjunto de transformador de acuerdo con un primer modo de realización de la presente invención, en el que un transformador principal y un transformador auxiliar integrado se disponen en alojamientos distintos; y

35 la figura 2 muestra un modo de realización alternativo de la presente invención en el que los transformadores principal y auxiliar se sitúan en un alojamiento común.

Descripción detallada de la invención

Antes de volver a la descripción detallada de los dibujos, se discutirán unos pocos elementos generales más de la invención.

40 Como se indicó anteriormente, las turbinas eólicas modernas comprenden un transformador principal para subir la potencia generada por la turbina eólica para suministrarla a una red de distribución. Las turbinas eólicas comprenden además generalmente un transformador auxiliar para suministrar energía a funciones auxiliares en la turbina.

45 La actual generación de turbinas eólicas a escala de red tienen típicamente una potencia nominal máxima de 2-5 megavatios (MW). Los generadores emiten una baja tensión (BT) de alrededor de 0,66 a 1 kilovoltios (kV), que se sube a una tensión de alrededor de 10-33 kV mediante el transformador principal. La salida de BT del generador da como resultado corrientes elevadas, lo que significa que se requiere un costoso cableado de altas prestaciones entre el generador y el transformador principal. Así pues, por razones económicas y prácticas, el transformador principal se sitúa típicamente dentro de la góndola con el fin de minimizar la longitud del cableado necesario. Actualmente, los

transformadores principales utilizados en la mayoría de las turbinas eólicas son de tipo seco.

Se está volviendo crecientemente común situar las turbinas eólicas en el mar. Un parque eólico marítimo típico comprende un conjunto de turbinas eólicas que se conectan a una subestación marítima. La subestación marítima convierte la salida colectiva de 10-33 kV del conjunto de turbinas eólicas a una alta tensión (AT), típicamente alrededor de 132 kV, para su transmisión a un punto de conexión en tierra tal como la red.

Debido a las economías de escala, hay una tendencia a producir mayores turbinas eólicas capaces de una salida de potencia crecientemente mayor. La siguiente generación de turbinas eólicas a escala de red adecuadas para su uso marítimo deben tener potencias nominales máximas superiores a 5 MW. Tales turbinas eólicas pueden emplear un generador que tiene una salida de media tensión (MT) de aproximadamente 3 kV, que se conecta a un convertidor de potencia. La salida de MT del generador da como resultado una salida de corriente menor que la de los generadores de BT descritos anteriormente. Esto permite utilizar cables más ligeros entre el generador y el transformador principal. Así se vuelve posible ubicar el transformador principal fuera de la góndola, en un emplazamiento al pie de la torre tal como dentro de la torre o en una base de hormigón contigua a la torre, es decir, "en pedestal".

Ubicar el transformador principal fuera de la góndola proporciona una mayor libertad de diseño ya que el diseño del transformador no está limitado por el espacio restringido dentro de la góndola. Consecuentemente, es posible utilizar un transformador principal más grande capaz de emitir una mayor tensión. Se prevé un transformador principal que es capaz de convertir la salida de 3 kV de MV a una salida de AT, típicamente en el intervalo de 20-72,5 kV. Las altas tensiones son particularmente deseables para parques eólicos marítimos, ya que permiten que el conjunto de turbinas eólicas se conecte directamente a una subestación en tierra, sin el requerimiento de una subestación marítima costosa.

Los transformadores de tipo seco no están disponibles comercialmente para tensiones altas tales como 66 kV. Así pues, se propone utilizar un transformador relleno de líquido, que se encuentra comercialmente disponible para la producción de estas altas tensiones. Un transformador relleno de líquido comprende un recipiente estanco, que se rellena con un líquido aislante tal como un aceite mineral o un fluido sintético. Los bobinados del transformador se sumergen en el fluido, que sirve para el doble propósito de aislar eléctricamente las partes activas del transformador y proporcionar la refrigeración esencial de los componentes del transformador, que se calientan mucho durante su uso.

La conmutación de alta frecuencia de conmutadores eléctricos dentro del convertidor de potencia produce típicamente un alto grado de armónicos en el lado de MT del transformador principal. Esto da como resultado un suministro de energía de baja calidad al transformador auxiliar cuando el transformador auxiliar está conectado del modo tradicional descrito anteriormente, es decir, en el lado del convertidor del transformador principal.

En lo que sigue, se hace referencia a modos de realización de la invención. No obstante, se debe entender que la invención no se limita a los modos de realización descritos específicamente. Antes bien, cualquier combinación de las siguientes características y elementos, ya sea en relación con distintos modos de realización o no, se contempla para implementar y poner en práctica la invención.

Además, en diversos modos de realización, la invención proporciona numerosas ventajas sobre el estado de la técnica anterior. No obstante, aunque modos de realización de la invención puedan lograr ventajas sobre otras posibles soluciones y/o sobre el estado de la técnica anterior, el que una ventaja particular se logre o no mediante un modo de realización dado no limita la invención. Así pues, los siguientes aspectos, características, modos de realización y ventajas son meramente ilustrativos y no se consideran elementos o limitaciones de las reivindicaciones adjuntas excepto cuando se recita explícitamente en una(s) reivindicación(es). Igualmente, la referencia a "la invención" no se debe construir como una generalización de cualquier objeto inventivo dado a conocer en lo que sigue y no será considerada como un elemento o limitación de las reivindicaciones adjuntas excepto cuando se recite explícitamente en una(s) reivindicación(es).

Un primer aspecto de la presente invención proporciona un conjunto de transformador para una turbina eólica que comprende un transformador principal relleno de líquido y un transformador auxiliar, en el que el transformador auxiliar se conecta en el lado de alta tensión del transformador principal mediante una conexión de alta tensión.

El transformador principal es un transformador de subida, que se dispone para aumentar la tensión de un generador de la turbina eólica hasta una tensión mayor. La salida de alta tensión del transformador principal se suministra típicamente a una subestación. El transformador auxiliar se dispone para alimentar componentes de tensión relativamente baja dentro de la turbina eólica. El transformador auxiliar es un transformador de bajada, que se dispone para reducir la salida de alta tensión del transformador principal hasta una tensión baja.

Un bobinado primario del transformador auxiliar se conecta a un bobinado secundario, de alta tensión, del transformador principal. Así pues, el transformador auxiliar toma su entrada de la salida de alta tensión del transformador principal. El lado de alta tensión del transformador principal se denomina comúnmente como el "lado de red". Así pues, en el presente

aspecto, el transformador auxiliar se conecta con el lado de red del transformador principal.

5 El transformador principal de alta tensión proporciona un filtrado significativo de los armónicos generados por el convertidor de potencia. Consecuentemente, la calidad de la energía en el lado de alta tensión del transformador principal es mayor que la calidad de la energía en el lado del convertidor del transformador principal, es decir, el transformador principal sirve para mejorar la calidad de la energía. Al conectar el transformador auxiliar en el lado de alta tensión del transformador principal, el transformador auxiliar recibe una energía de mayor calidad de lo que sería si se conectara con el lado del convertidor del transformador principal de acuerdo con disposiciones típicas del estado de la técnica anterior.

10 Se apreciará que es necesario un transformador auxiliar mayor, más costoso, cuando la conexión es en el lado de AT del transformador principal. Esto es debido a que el transformador auxiliar debe ser capaz de proporcionar una bajada de una alta tensión (por ejemplo, 66 kV) a una baja tensión (por ejemplo 400 V). En contraste, un transformador auxiliar conectado en el lado del convertidor del transformador principal, como en las disposiciones del estado de la técnica anterior, solo necesitaría una bajada desde la salida de media tensión del generador, por ejemplo 3 kV. Así pues, puede parecer contrario a la intuición proporcionar la conexión en el lado de AT del transformador principal de acuerdo con el presente aspecto. Sin embargo, a pesar del coste aumentado del transformador auxiliar, los cálculos muestran que la
15 disposición del presente aspecto proporciona un significativo ahorro de costes frente a proporcionar la conexión en el lado de 3 kV, ya que esto requeriría un equipo adicional de filtrado costoso para eliminar los armónicos generados por el convertidor de potencia.

20 Conectar el transformador auxiliar en el lado de alta tensión del transformador principal presenta un reto significativo. Por ejemplo, la conexión de alta tensión (por ejemplo, 66 kV) con el transformador auxiliar requiere de un aislamiento eléctrico adecuado, y una aparatamenta de conexión robusta. Estos retos son abordados por las configuraciones preferidas como se describe a continuación.

25 En una configuración particularmente ventajosa y preferida, la conexión de AT entre los transformadores principal y auxiliar se proporciona dentro del líquido aislante del transformador principal. Por ejemplo, la conexión puede comprender un conductor metálico (por ejemplo, un cable de cobre) que se extiende dentro del alojamiento del transformador principal y por ello a través del líquido aislante del transformador principal. El líquido aislante del transformador principal sirve así igualmente para aislar la conexión de AT con el transformador auxiliar. Esta disposición proporciona una solución conveniente y barata para aislar la conexión de alta tensión.

30 Preferiblemente, el transformador auxiliar está integrado con el transformador principal. Se prevén modos de realización de la invención en los que el transformador auxiliar y el transformador principal comparten un alojamiento común. En esta configuración, los transformadores principal y auxiliar pueden compartir convenientemente el mismo líquido aislante. Alternativamente, el transformador auxiliar y el transformador principal pueden comprender alojamientos separados. Por ejemplo, el alojamiento del transformador auxiliar se puede atornillar a, o conectarse de otro modo con, el alojamiento del transformador principal. En tales configuraciones, el líquido aislante del transformador principal se puede mantener separado de, o compartirse con, el transformador auxiliar. Por ejemplo, se pueden proporcionar tuberías o canales entre
35 los dos alojamientos para comunicar un líquido aislante común. Se prevén disposiciones alternativas en las que los alojamientos principal y auxiliar están conectados mediante un manguito, tubería o medios equivalentes dentro de los cuales se proporciona la conexión de AT entre los transformadores. La tubería puede contener el líquido aislante del transformador principal aunque se apreciará que esto no es esencial dentro del ámbito de la presente invención. La tubería puede comunicar igualmente líquido aislante entre los transformadores principal y auxiliar.

40 En configuraciones preferidas, el transformador auxiliar comparte la aparatamenta de conexión del transformador principal. Esto proporciona un ahorro de costes adicional frente disposiciones del estado de la técnica anterior, ya que un transformador auxiliar conectado en el lado del convertidor del transformador principal requeriría de su propia aparatamenta de conexión. Por supuesto, es posible dotar al transformador auxiliar de su propia aparatamenta de conexión separada en una configuración alternativa. Sin embargo, esto tiene un coste prohibitivo en la actualidad.

45 En un segundo aspecto de la invención, se proporciona una turbina eólica que comprende un conjunto de transformador como el descrito anteriormente. El conjunto de transformador se dispone preferiblemente en un emplazamiento al pie de la torre, por ejemplo dentro de la base de la torre o contiguamente a la torre, esto es, en pedestal. La turbina eólica comprende preferiblemente un generador que emite energía a una tensión media aproximadamente entre 1-6 kV, y preferiblemente alrededor de 3 kV. El transformador principal sube preferiblemente la tensión a una tensión
50 aproximadamente entre 20-72,5 kV, aunque se apreciará que se podrían conseguir mayores tensiones dependiendo del tamaño y especificaciones del equipo. Las tensiones preferidas en la actualidad son 33 y 66 kV.

En otro aspecto de la invención, se proporciona un parque eólico que comprende al menos una turbina eólica como la descrita anteriormente. El transformador principal de la al menos una turbina eólica se puede conectar a una subestación del parque eólico. La subestación puede incluir un transformador de subida de alta tensión para aumentar la tensión de la

energía suministrada mediante el transformador principal hasta un nivel adecuado para su suministro a una red de distribución u otra red. Típicamente, el transformador de la subestación puede aumentar la tensión hasta alrededor de 132 kV o más. El parque eólico se puede situar en el mar o en tierra. La subestación se puede situar en el mar o en tierra. En modos de realización preferidos de la invención, el parque eólico se sitúa en el mar mientras que la subestación se sitúa en tierra. Esta disposición es particularmente adecuada para una conexión de 66 kV entre el transformador principal y la subestación en tierra.

En referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente un conjunto de transformador 10 para una turbina eólica 12 de acuerdo con el primer modo de realización de la presente invención. El conjunto de transformador 10 tiene un tamaño adecuado para ubicarse dentro de una torre de la turbina eólica o montarse en pedestal contiguamente a la torre. El conjunto de transformador 10 comprende un transformador principal 14 relleno de líquido y un transformador auxiliar integrado 16. El transformador principal 14 comprende un alojamiento 18 en la forma de un recipiente estanco, que contiene un líquido aislante 20. En este ejemplo, el líquido aislante 20 es un fluido de éster sintético. Los bobinados primario y secundario 21, 22 del transformador principal 14 se sitúan dentro del recipiente 18 relleno de líquido.

El transformador auxiliar integrado 16 comprende un alojamiento 23 separado, asimismo en la forma de un recipiente estanco, que se monta externamente al alojamiento 18 del transformador principal. El recipiente estanco 23 se rellena con un líquido aislante 24 de éster sintético, y aloja los bobinados primario y secundario 25, 26 del transformador auxiliar 16.

En el presente modo de realización, un generador 28 de CA de 3 kV y un convertidor de potencia 33 se sitúan dentro de la góndola de la turbina eólica 12, y se muestran esquemáticamente en la figura 1. El generador 28 se conecta con el rotor de la turbina eólica 12, generalmente mediante una reductora y genera energía eléctrica a medida que el rotor gira con el viento.

La salida 32 del convertidor se conecta con el bobinado primario 21 del transformador principal 14, mientras que el bobinado secundario 22 del transformador principal 14 se conecta con una subestación 34 del parque eólico mediante una aparatada de conexión de alta tensión 35. El transformador principal 14 es un transformador de subida, que en este ejemplo tiene una relación de transformación de 1:22, tal que convierte los 3 kV de tensión de entrada al bobinado primario 21 en una tensión de salida de 66 kV en el bobinado secundario 22.

La subestación 34 del parque eólico incluye un transformador de subida 36, que en este ejemplo tiene una relación de transformación de 1:2, y convierte así la tensión de salida de 66 kV procedente del transformador principal 14 de la turbina eólica en una alta tensión de 132 kV para su suministro a una red de distribución eléctrica 38. Aunque en la figura 1 solo se representa una única turbina eólica 12, en la práctica la subestación 34 se conectaría típicamente con una pluralidad de turbinas eólicas del parque eólico, teniendo cada turbina eólica un transformador 10 respectivo, como se muestra en la figura 1. En este ejemplo, el parque eólico se sitúa en el mar, mientras que la subestación 34 se sitúa en tierra. La aparatada de conexión de alta tensión 35 permite que la turbina eólica 12 se desconecte o se vuelva a conectar a la red 38 como sea necesario.

El transformador auxiliar 16 se configura para alimentar componentes auxiliares dentro de la turbina eólica 12, tales como circuitos de iluminación y los mecanismos de paso y guiñada. El bobinado primario 25 del transformador auxiliar 16 se conecta con la salida de alta tensión (66 kV) del transformador principal 14 mediante una conexión de alta tensión 40. El bobinado secundario 26 del transformador auxiliar 14 se conecta mediante una conexión de baja tensión 42 con un circuito auxiliar 44 dentro de la turbina eólica 12. El circuito auxiliar 44 alimenta los componentes auxiliares de la turbina eólica 12. El transformador auxiliar 16 es un transformador de bajada que tiene una relación de transformación de 165:1 de tal modo que convierte los 66 kV de entrada de alta tensión en una salida de baja tensión de 400 V para alimentar el circuito auxiliar 44.

La conmutación de alta frecuencia de los conmutadores eléctricos dentro del convertidor de potencia 30 de la turbina eólica 12 introduce típicamente armónicos en la salida de 3 kV del generador 28, lo que da como resultado una calidad reducida de la energía. El transformador principal 14 filtra de modo eficaz estos armónicos, dando como resultado una calidad mejorada de la energía en el lado de alta tensión del transformador principal 14. Conectar el transformador auxiliar 16 en el lado de alta tensión del transformador principal 14 como se muestra en la figura 1 permite así que el transformador auxiliar 16 se beneficie de la calidad mejorada de la energía en este lado del transformador principal 14.

El transformador auxiliar 16 se conecta entre el transformador principal 14 y la aparatada de conexión de alta tensión 35. En esta configuración, el transformador auxiliar 16 es capaz convenientemente de compartir la aparatada de conexión de alta tensión 35 asociada normalmente con el transformador principal 14, lo que da como resultado un significativo ahorro de costes ya que no es necesaria así una aparatada de conexión separada para el transformador auxiliar 16.

La conexión de alta tensión 40 entre el transformador principal 14 y el transformador auxiliar 16 comprende un cable de cobre de altas prestaciones dentro de una vaina de aislamiento. El cable se sitúa dentro del recipiente estanco 18 del

transformador principal 14 y está sumergido dentro de líquido aislante 20 del transformador principal 14. En esta configuración, el líquido aislante 20 del transformador principal 14 aísla eléctricamente la conexión de alta tensión 40 entre los transformadores 14, 16. El líquido aislante 20 sirve igualmente para disipar calor procedente de la conexión de alta tensión 40, que se calienta inevitablemente durante su uso.

5 El cable de cobre se extiende dentro del alojamiento 23 del transformador auxiliar 16 mediante un pasaje 46 definido por un manguito entre los dos alojamientos 18, 23. El pasaje 46 se sella para evitar que el líquido aislante 20 del transformador principal 14 se mezcle con el líquido aislante 24 del transformador auxiliar 16. No obstante, en otros modos de realización de la invención, los transformadores principal y auxiliar 14, 16 pueden compartir el mismo fluido aislante, en cuyo caso el pasaje 46 puede proporcionar una trayectoria de comunicación para fluido entre los dos recipientes 18, 23.
10 Alternativa o adicionalmente, la comunicación de fluido entre los dos recipientes 18, 23 se puede proporcionar mediante uno o más canales adicionales. La parte del cable de cobre dentro del alojamiento del transformador auxiliar 23 está sumergida dentro del líquido aislante 24 del transformador auxiliar 16, de nuevo a los efectos de aislamiento eléctrico y refrigeración.

15 Una unidad de monitorización de corriente 48 se configura para monitorizar el flujo de corriente en la conexión de alta tensión 40 entre los transformadores principal y auxiliar 14, 16. La unidad de monitorización 48 se configura para enviar una señal a la aparata de conexión de alta tensión 35 provocando que esta se desconecte en el caso de que se detecte una corriente de cortocircuito en la conexión de alta tensión 40. Un cortocircuito se detecta si el flujo de corriente a través de la conexión de alta tensión 40 supera un nivel umbral predeterminado, por ejemplo 10-100 A.

20 Aunque no se muestra, las unidades de monitorización de corriente están asociadas igualmente con el transformador principal 14. Sin embargo, estas unidades de monitorización de corriente no son adecuadas generalmente para monitorizar corrientes de cortocircuito en la conexión de alta tensión 40 con el transformador auxiliar 16 ya que el flujo de corriente normal asociado con el transformador principal 14 superaría un nivel de corriente de cortocircuito asociado con el transformador auxiliar 16 y por lo tanto los dispositivos de monitorización de corriente habituales del transformador principal 14 no podrían distinguir entre un fallo del transformador auxiliar integrado 16 y el funcionamiento normal del transformador principal 14.
25

La figura 2 muestra un modo de realización alternativo de la presente invención en el que el transformador auxiliar integrado 16 y el transformador principal 14 se sitúan en un recipiente 50 común relleno de líquido. En este modo de realización, los transformadores principal y auxiliar 14, 16 comparten el mismo líquido aislante 20, y la conexión de alta tensión 40 entre los transformadores 14, 16 se sitúa dentro de ese líquido aislante 20. Las otras características de este modo de realización son las mismas que para el primer modo de realización descrito anteriormente.
30

En otros ejemplos de la invención, el transformador principal 14 se puede configurar para emitir una tensión de 33 kV en lugar de 66 kV. En tales casos, siendo todos los otros factores iguales, el transformador principal 14 tendría una relación de transformación de 1:11; el transformador auxiliar 16 tendría una relación de transformación de 165:2; y el transformador de la subestación 34 tendría una relación de transformación de 1:4.

35 Se pueden realizar muchas modificaciones a los ejemplos específicos descritos anteriormente sin alejarse del ámbito de la presente invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un conjunto de transformador (10) para una turbina eólica (12) que comprende un transformador principal (14) relleno de líquido aislante y un transformador auxiliar (16) relleno de líquido aislante, en el que el transformador auxiliar se conecta en el lado de alta tensión del transformador principal mediante una conexión de alta tensión (40), caracterizado porque la conexión de alta tensión se proporciona dentro de dicho líquido aislante (20, 24).
2. El conjunto de transformador (10) de la reivindicación 1, en el que la conexión de alta tensión (40) se dispone al menos parcialmente dentro del líquido aislante (20) del transformador principal (14).
3. El conjunto de transformador (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que el transformador principal (14) y el transformador auxiliar (16) comparten el mismo líquido aislante (20, 24).
- 10 4. El conjunto de transformador (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que el transformador auxiliar (16) está integrado con el transformador principal (14).
5. El conjunto de transformador (10) de la reivindicación 4, en el que el transformador auxiliar (16) y el transformador principal (14) comparten un alojamiento (50) común.
- 15 6. El conjunto de transformador (10) de la reivindicación 4, en el que el transformador auxiliar (16) y el transformador principal (14) tienen alojamientos (18, 23) separados pero conectados.
7. El conjunto de transformador (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que el transformador principal (14) y el transformador auxiliar (16) comparten la misma aparatenta de conexión (35).
8. El conjunto de transformador (10) de la reivindicación 7, en el que el transformador auxiliar (16) se conecta entre el transformador principal (14) y la aparatenta de conexión (35).
- 20 9. El conjunto de transformador (10) de cualquier reivindicación anterior, en el que la conexión de alta tensión (40) es a una tensión entre 20-72,5 kilovoltios (kV).
10. Una turbina eólica (12) que comprende un conjunto de transformador (10) como se reivindica en cualquier reivindicación anterior.
- 25 11. La turbina eólica (12) de la reivindicación 10, en la que el conjunto de transformador (10) se puede disponer en un emplazamiento a pie de torre.
12. Un parque eólico que comprende al menos una turbina eólica (26) de acuerdo con la reivindicación 10 o la reivindicación 11.
13. El parque eólico de la reivindicación 12, en el que el transformador principal (14) de la al menos una turbina eólica (12) se puede conectar a una subestación (34) del parque eólico.
- 30 14. El parque eólico de la reivindicación 13, en el que el parque eólico se sitúa en el mar y la subestación (34) se puede situar en tierra.

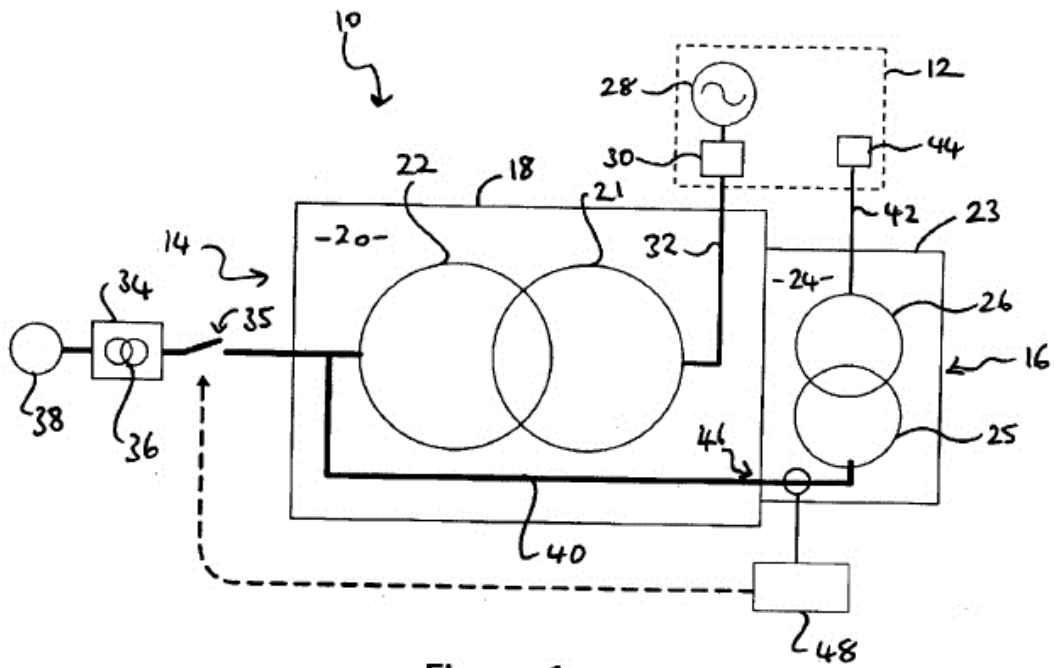


Figura 1

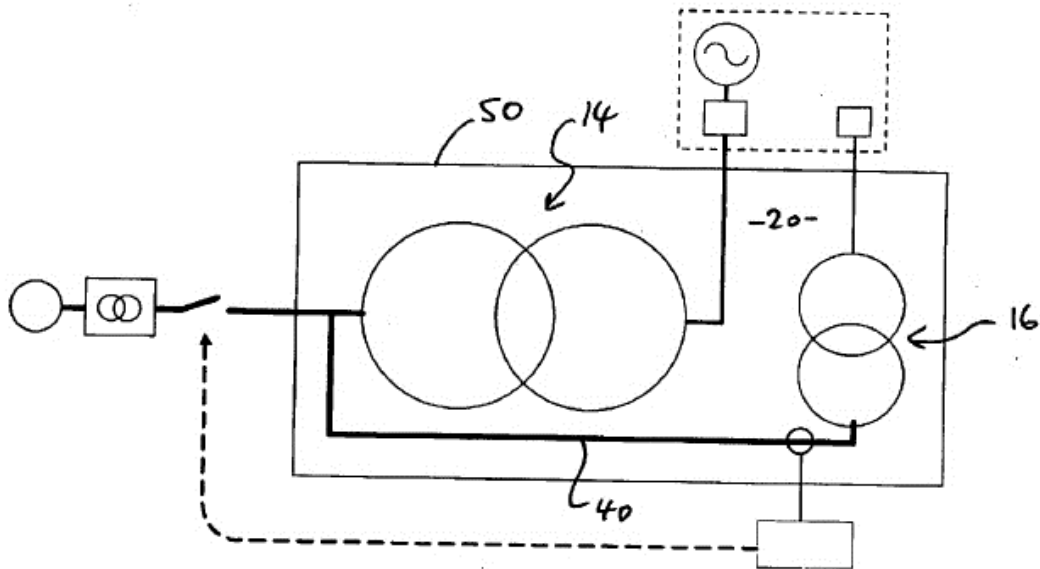


Figura 2