

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 954**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2013** **PCT/DK2013/050181**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013** **WO13182205**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2013** **E 13730476 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017** **EP 2859231**

54 Título: **Disposición de una aparamenta en una torre de una turbina eólica**

30 Prioridad:

08.06.2012 US 201261657329 P
28.06.2012 DK 201270375

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
30.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NIELSEN, JESPER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 639 954 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

Disposición de una aparamenta en una torre de una turbina eólica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una aparamenta para turbinas eólicas y, en particular, a nuevos esquemas para localizar la aparamenta, alojar la aparamenta y conectar la aparamenta.

10 **Antecedentes**

Las plantas de energía eólica o “parques eólicos” comprenden, en general, una serie de turbinas eólicas que están conectadas eléctricamente entre sí para formar una rejilla colectora. La salida de esta rejilla colectora está conectada habitualmente a una subestación, que incluye un transformador elevador para aumentar la tensión a un nivel adecuado para suministrar una rejilla de distribución.

Cada turbina eólica en la rejilla colectora incluye su propio transformador elevador, también denominado en el presente documento “transformador principal”, que aumenta la salida de tensión del generador de turbina eólica a un nivel más alto para suministrar la rejilla colectora. Cada turbina eólica también incluye una aparamenta, tal como un disyuntor o un dispositivo de conmutador-fusible, para proteger el equipo eléctrico dentro de la turbina eólica en el caso de una condición de fallo. En general, la aparamenta también comprende uno o más dispositivos de conmutación de cable, que comprenden conmutadores seccionadores, y que están asociados con los cables entrantes y/o salientes de la rejilla colectora. Estos denominados “seccionadores” permiten que la turbina eólica se desconecte de la rejilla colectora con fines de servicio o de otro modo.

El equipo de aparamenta para turbinas eólicas tiene, en general, forma de “paneles”. Habitualmente, habrá un panel de disyuntor, que está conectado al transformador principal, y uno o más paneles de “seccionador”, también conocidos como “paneles de cable”, que conectan la turbina eólica a la siguiente turbina eólica en la rejilla colectora. En la práctica, los paneles también pueden incorporar otros dispositivos de protección que incluyen conmutadores de puesta a tierra y/o disipadores de sobretensiones. El panel de disyuntor también puede incluir un conmutador seccionador.

Los diversos paneles que forman la aparamenta están dispuestos uno al lado de otro y conectados entre sí a través de conexiones de barras colectoras directas. La aparamenta puede suministrarse como una unidad compacta en la que los paneles ya están conectados entre sí de esta manera, o en forma de módulos separados, que se conectan entre sí a través de barras colectoras integrales. En las turbinas eólicas existentes, la aparamenta se localiza dentro de la base de la torre de turbina eólica.

Como un ejemplo de esto, el documento WO 2009/003508A1 desvela una aparamenta compuesta de múltiples unidades, colocada en una disposición vertical de espacio eficiente y conectada a una barra colectora externa, localizada en la torre de turbina eólica.

El documento WO 2010/066303A1 desvela una turbina eólica que comprende un dispositivo de reducción de sobretensiones transitorias instalado en una disposición de aparamenta localizada en la parte inferior de la torre de la turbina eólica; comprendiendo la aparamenta dos conmutadores.

El documento WO 01/46583 A2 desvela una turbina eólica en alta mar con un equipo de subsistemas, tal como un equipo de conmutación, alojado en al menos un recipiente colocado en el exterior de la torre de turbina eólica.

Hay una unidad continua para aumentar el tamaño y el rendimiento de las turbinas eólicas. A su vez, el nivel de tensión nominal en los parques eólicos ha aumentado constantemente en los últimos años. Actualmente, se prevén niveles de tensión de 36, 40,5 kV y 72 kV para el futuro. El movimiento a tensiones más altas da como resultado un aumento necesario en el tamaño del equipo de turbina eólica, tal como el transformador, y también de la aparamenta requerida para proteger este equipo. Alojar un equipo tan grande dentro del espacio confinado en el interior de la torre de turbina eólica se convierte entonces en un reto, y existe la necesidad de desarrollar nuevas formas innovadoras de disponer la aparamenta.

Es en este contexto en el que se ha realizado la presente invención.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una turbina eólica que comprende: una torre; un rotor soportado en un extremo superior de la torre; un generador; un transformador para aumentar la salida de tensión del generador antes de suministrar una rejilla colectora; y una aparamenta dispuesta entre el transformador y la rejilla colectora, comprendiendo la aparamenta un primer dispositivo de conmutación asociado con el transformador, y un segundo dispositivo de conmutación asociado con uno o más cables que conectan la turbina eólica a otra turbina eólica en la rejilla colectora, en la que el dispositivo de conmutación está conectado a, pero localizado en una diferente localización física de, el segundo dispositivo de conmutación, y donde ambos dispositivos de conmutación

están localizados en las inmediaciones de la turbina eólica.

Mediante la separación de la aparamenta en dispositivos conectados eléctricamente que pueden disponerse en diferentes localizaciones físicas dentro de las inmediaciones de la turbina eólica, la presente invención proporciona una mayor flexibilidad en términos de la localización de la aparamenta. Por ejemplo, parte de la aparamenta puede localizarse dentro de la torre y parte de la aparamenta puede localizarse fuera de la torre. Como alternativa, partes de la aparamenta pueden disponerse en diferentes localizaciones dentro de la torre. Por ejemplo, una parte de la aparamenta puede localizarse en la base de la torre y otra parte puede localizarse en una plataforma dentro de la torre. Las diversas partes de la aparamenta pueden conectarse entre sí mediante cables eléctricos. Esto proporciona una solución más flexible que las conexiones de barras colectoras de la técnica anterior que requieren que los paneles de aparamenta estén localizados uno al lado de otro y en la misma localización física.

Preferentemente, el primer dispositivo de conmutación comprende un disyuntor para proteger el transformador en caso de una condición de fallo, tal como un cortocircuito, una sobrecorriente o una pérdida a masa (fallo por puesta a tierra). Preferentemente, el primer dispositivo de conmutación también incluye un conmutador seccionador conectado en serie con el disyuntor. Preferentemente, el primer dispositivo de protección tiene la forma de un "panel de disyuntor". Preferentemente, el segundo dispositivo de conmutación comprende al menos un seccionador asociado con los cables de rejilla entrantes y/o salientes para conectar y desconectar la turbina eólica a/de la rejilla colectora.

En una realización preferida de la presente invención, el primer dispositivo de conmutación está localizado dentro de la torre y el segundo dispositivo de conmutación está localizado fuera de la torre. La localización de parte de la aparamenta fuera de la torre libera espacio dentro de la torre para otros equipos o aumenta de otro modo la accesibilidad del equipo dentro de la torre para el personal de servicio. Esto es cada vez más importante a medida que aumenta el tamaño físico de la aparamenta para admitir tensiones nominales más altas.

El primer dispositivo de conmutación puede localizarse en la base de la torre o en una plataforma por encima o por debajo de la base de la torre. El segundo dispositivo de conmutación puede localizarse en una plataforma fuera de la torre. La plataforma puede ser una plataforma de galería de la torre o parte de una cimentación sobre la que se soporta la torre, tal como una cimentación en alta mar. La cimentación puede incluir una pieza de transición sobre la que se apoya la torre, y el segundo dispositivo de conmutación puede localizarse dentro de la pieza de transición. El segundo dispositivo de protección puede pre-instalarse dentro de la pieza de transición, lo que facilita la instalación debido a que el segundo dispositivo de protección puede, a continuación, elevarse sobre la cimentación con la pieza de transición y, entonces, no se requiere una etapa de elevación independiente.

La mayoría de las operaciones de servicio en la aparamenta se realizan en el panel de disyuntor en contraposición a los paneles de seccionador de cable. Por lo tanto, es conveniente localizar el panel de disyuntor dentro de la turbina eólica, donde estará relativamente cerca de los otros equipos operativos de la turbina eólica. Esto facilita las operaciones de servicio. Puesto que los paneles de seccionador requieren un servicio menos frecuente, éstos pueden localizarse en un espacio menos accesible, o un espacio distante de donde tienen lugar las operaciones de servicio habituales, tal como, por ejemplo, fuera de la turbina eólica. Además, la mayoría de las operaciones en los paneles de seccionador se realizan a distancia, habitualmente a través de SCADA (control de supervisión y adquisición de datos), por lo que la localización de estos componentes es menos importante que la localización del panel de disyuntor.

Preferentemente, el primer dispositivo de conmutación se localiza adyacente al transformador. El primer dispositivo de conmutación puede incluir un equipo de protección adicional, tal como disipadores de sobretensiones, y es deseable tenerlos tan cerca del transformador como sea posible. Si el primer dispositivo de conmutación estuviera localizado fuera de la turbina eólica y conectado al transformador por un cable largo, por ejemplo, este cable sería susceptible a los rayos. Aunque tales rayos son infrecuentes, la localización del primer dispositivo de conmutación adyacente al transformador evita este riesgo.

El segundo dispositivo de conmutación puede localizarse convenientemente dentro de un recipiente. Si el recipiente va a localizarse fuera de la torre, entonces puede emplearse un recipiente sustancialmente resistente a la intemperie. Una serie de ventajas se derivan de tener el equipo de aparamenta localizado en un recipiente. Por ejemplo, el equipo dentro del recipiente puede conectarse y probarse antes de instalarse en el lugar. Diversas características opcionales y ventajosas del recipiente, que se exponen a continuación, facilitan la conexión rápida y fácil del equipo en recipiente al equipo dentro de la turbina eólica y a la rejilla colectora. En caso de que se produzca un fallo en el equipo en recipiente, puede sustituirse todo el recipiente en lugar de sustituir o reparar el equipo dentro del recipiente. El equipo en recipiente puede repararse posteriormente fuera del lugar. Esto presenta ventajas significativas, especialmente en un contexto en alta mar donde las condiciones ambientales pueden ser extremas y, en general, es deseable minimizar el tiempo de servicio en el lugar. La sustitución de todo el recipiente también reduce el tiempo de inactividad de la turbina eólica.

Para facilitar la conectividad del equipo de aparamenta en recipiente, el recipiente incluye preferentemente al menos una compuerta para proporcionar acceso a uno o más puntos de conexión de cables del segundo dispositivo de

conmutación. El cable de turbina eólica y los cables de rejilla entrantes y salientes se conectan a los puntos de conexión respectivos. Preferentemente, los puntos de conexión comprenden unos enchufes, y los extremos de los cables están preferentemente equipados con unos conectores de clavija de forma complementaria que permiten una conexión rápida y sencilla a los enchufes.

5 La o cada compuerta puede proporcionarse en la base del recipiente. Para que las compuertas sean accesibles, el recipiente puede soportarse sobre la plataforma con su base elevada por encima de la plataforma. Con este fin, el recipiente puede soportarse sobre patas u otros soportes de este tipo. El recipiente puede comprender unas patas retráctiles o desmontables que pueden retraerse o desmontarse a conveniencia durante el transporte del recipiente y
10 extenderse o unirse en el lugar para permitir el acceso a las compuertas. Las patas retráctiles también podrían extenderse específicamente para proporcionar acceso a las compuertas cuando se requiera, con las patas restantes retraídas en otros momentos, de tal manera que la base del recipiente se soporte directamente sobre la plataforma. Como alternativa, las patas pueden ser parte de una plataforma en la que se soporta el recipiente. Esta solución puede ser más económica que la integración de las patas en el recipiente.

15 El recipiente puede tener una o más puertas o un panel removible, por ejemplo, un panel lateral removible, para permitir el acceso al equipo en recipiente con fines de mantenimiento. Pueden usarse pernos u otros elementos de sujeción para sujetar el panel lateral al recipiente, que podría retirarse o separarse de otro modo con el fin de retirar el panel. En lugar de ser removible, el panel podría, como alternativa, deslizarse hacia un lado o levantarse hacia
20 arriba. Mover el panel de cualquiera de estas maneras proporciona acceso de servicio al equipo en recipiente cuando se requiera y significa que no es necesario tener en cuenta el espacio de servicio en el tamaño del recipiente. En consecuencia, puede usarse un recipiente relativamente pequeño, lo suficientemente grande como para alojar el equipo, sin necesidad de un espacio de servicio adicional dentro del recipiente alrededor del equipo.

25 Si el recipiente es para alojar solo el equipo de seccionador, es posible usar un recipiente muy pequeño, que ventajosamente puede ser sustancialmente más pequeño que un recipiente de transporte estándar. Esto permite de nuevo una mayor flexibilidad en términos de localización del recipiente, y permite que el recipiente se ajuste fácilmente dentro de la pieza de transición de una turbina eólica en alta mar. Un recipiente pequeño es también menos antiestético que, por ejemplo, un gran recipiente de transporte localizado junto a la turbina eólica. El
30 recipiente puede ser sustancialmente cúbico, por ejemplo, con una dimensión de aproximadamente 2 m^3 o menos. Como alternativa, el recipiente puede ser alargado y tener unas dimensiones aproximadas de $1,5 \times 2 \times 2,5 \text{ m}$ (es decir, un volumen de aproximadamente $7,5 \text{ m}^3$) o $1,5 \times 2 \times 3 \text{ m}$ (es decir, un volumen de aproximadamente 9 m^3). En consecuencia, el recipiente tiene, preferentemente, un volumen de aproximadamente 9 m^3 o menos, que es significativamente menor que el volumen de un recipiente de transporte estándar ISO de $6,1 \text{ m}$. El recipiente puede
35 pre-instalarse dentro de la pieza de transición para facilitar la instalación como se ha mencionado anteriormente.

Los componentes de apartamento dentro del recipiente pueden aislarse en gas. Habitualmente, se emplea gas de hexafluoruro de azufre (SF_6). El recipiente puede incluir un dispositivo de alivio de presión para aliviar la presión en el caso de una sobrepresión dentro del recipiente. El dispositivo de alivio de presión comprende, preferentemente, al
40 menos una aleta de alivio de presión.

La turbina eólica de la presente invención tiene, preferentemente, un valor nominal de $7,0 \text{ MW}$ (megavatios) o superior. El transformador principal está configurado, preferentemente, para aumentar la tensión de $3,3 \text{ kV}$ a 33 kV o 66 kV . Los dispositivos de conmutación primero y segundo tienen, preferentemente, un valor nominal de 630 A (amperios) o 1250 A en una disposición de 36 kV o 1250 A o 2000 A en una disposición de 72 kV .
45

Dentro del mismo concepto inventivo, la presente invención proporciona una planta de energía eólica que comprende una pluralidad de turbinas eólicas como se ha descrito anteriormente. Preferentemente, las turbinas eólicas se conectan entre sí para formar una rejilla colectora. Las conexiones a las rejillas colectoras se hacen, preferentemente, a través de los segundos dispositivos de conmutación respectivos, que pueden configurarse para recibir los cables de rejilla entrantes y salientes respectivos.
50

Otra ventaja de la apartamenta en recipiente es que el recipiente puede instalarse en una cimentación de turbina eólica en alta mar antes de erigir la turbina eólica. A menudo, las cimentaciones se construyen un año o más antes de que se construyan las turbinas, por lo que esto permite convenientemente que los cables que interconectan las turbinas eólicas en la rejilla colectora se prueben antes de que se erijan las turbinas eólicas. Esto da como resultado una mayor eficiencia y puede reducir el tiempo requerido para construir la planta de energía eólica.
55

Breve descripción de los dibujos

60 Con el fin de que la presente invención pueda entenderse más fácilmente, se describirá a continuación un ejemplo de la presente invención, solo a modo de ejemplo no limitante, con referencia a las siguientes figuras, en las que:

la figura 1 es una vista esquemática de una turbina eólica en alta mar de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática de una turbina eólica en alta mar de acuerdo con una segunda realización

de la presente invención;

la figura 3 es una vista esquemática de una apartamenta en recipiente de acuerdo con la presente invención;

la figura 4 es una representación esquemática que muestra una pluralidad de cimentaciones en alta mar para turbinas eólicas en las que la apartamenta en recipiente se localiza en las plataformas respectivas y se conecta antes de erigir las turbinas eólicas sobre las plataformas; y

la figura 5 muestra las plataformas de la figura 4 una vez que se han erigido las turbinas eólicas.

Descripción detallada

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, una turbina eólica en alta mar 10 de acuerdo con una primera realización de la presente invención comprende una torre 12 que soporta un rotor 14 en su extremo superior 16. El rotor 14 comprende una pluralidad de palas de rotor 18, que están montadas en un cubo 20. El cubo 20 está montado en una góndola 22, que aloja un generador y otro equipo eléctrico, representados esquemáticamente por la caja 24 de la figura 1.

La turbina eólica 10 está localizada sobre una cimentación en alta mar 26, que incluye una plataforma 28 que se soporta sobre una pluralidad de pilares 30 que se apilan en el lecho marino. Una pieza de transición 32 está dispuesta sobre la plataforma 28 y la torre 12 se sostiene sobre la parte superior de la pieza de transición 32.

Un transformador principal lleno de aceite 34 está localizado dentro de la base 36 de la torre 12 y está conectado eléctricamente al equipo 24 dentro de la góndola 22 a través de un conjunto de cables 38, que se extienden verticalmente dentro de la torre 12. Un primer dispositivo de apartamenta 40, en este caso un panel de disyuntor aislado con SF₆, también está localizado en la base 36 de la torre 12 adyacente al transformador 34 y está conectado al transformador 34 a través de cables o una barra colectora 42. En la práctica, otros equipos eléctricos, tales como un convertidor de potencia y un equipo de monitorización y control, también estarían localizados dentro de la torre 12, sin embargo, estos no se muestran en las figuras por razones de claridad.

Un segundo dispositivo de apartamenta 44 está alojado en un recipiente resistente a la intemperie 46, que se localiza en la plataforma fuera de la torre. El segundo dispositivo de apartamenta 44 comprende un par de conmutadores seccionadores asociados respectivamente con un cable de rejilla entrante 48 y un cable de rejilla saliente 50. Los cables de rejilla 48, 50 conectan la turbina eólica 10 a una rejilla colectora, como se describe con más detalle a continuación, y los seccionadores 44 permiten que la turbina eólica 10 se desconecte de la rejilla colectora, por ejemplo, cuando se realizan operaciones de servicio en la turbina eólica 10, y/o en caso de fallos.

Los seccionadores 44 se conectan al panel de disyuntor 40 dentro de la torre de turbina eólica 12 a través de un cable eléctrico 52, denominado en el presente documento "cable de turbina eólica". El recipiente 46 está a una distancia de hasta cincuenta metros del panel de disyuntor 40 en este ejemplo. Tradicionalmente, el disyuntor y los seccionadores que componen la apartamenta de turbina eólica se localizan en la misma localización física, dispuestos uno al lado de otro y conectados a través de conexiones de barra colectora. Normalmente, dicha unidad de apartamenta combinada se localiza dentro de la torre 12. La separación de la apartamenta 40, 44 de acuerdo con la presente invención representa una desviación significativa de la técnica anterior y permite que unas partes de la apartamenta se localicen a distancia de otras partes, como se muestra en la figura 1, lo que proporciona una mayor flexibilidad para localizar la apartamenta 40, 44.

La figura 2 muestra una segunda realización de la presente invención en la que la apartamenta en recipiente 44 se localiza dentro de la pieza de transición 32 de la cimentación 26. Esto proporciona una localización conveniente para el recipiente 46, por debajo de la torre 12, y oculta a la vista, al menos parcialmente, el recipiente 46 con el fin de que desluzca menos el aspecto visual de la turbina eólica 10. La pieza de transición 32 en este ejemplo tiene lados abiertos, pero en otros ejemplos la pieza de transición 32 puede definir un interior sustancialmente cerrado o parcialmente cerrado, que ocultaría aún más a la vista el recipiente 46. La localización del recipiente dentro de la pieza de transición también proporciona una protección adicional para el recipiente 46 contra los elementos y proporciona resguardo para el personal de servicio durante el servicio del equipo de apartamenta en recipiente 44.

Preferentemente, el recipiente 46 en este ejemplo es sustancialmente cúbico y tiene unas dimensiones de aproximadamente 2x2x2 m³, que se apreciará es sustancialmente menor que un recipiente de transporte estándar ISO. El recipiente 46 está diseñado para alojar los seccionadores 44 con un huelgo relativamente pequeño entre los seccionadores 44 y las paredes del recipiente. Esto garantiza que el recipiente 46 sea lo más compacto posible, lo que proporciona eficiencia en términos de transporte y minimiza cualquier impacto visual adverso percibido en la turbina eólica 10. El pequeño tamaño del recipiente 46 también le permite ajustarse convenientemente dentro de la pieza de transición 32 si se requiere, como se ha expuesto anteriormente.

Para facilitar el servicio, el recipiente compacto 46 tiene un panel lateral 54 que puede retirarse. El panel lateral removible 54 proporciona acceso de servicio a los seccionadores 44 sin tener que construir este espacio de servicio en el volumen interno del recipiente 46. Otras características del recipiente 46 se expondrán a continuación con referencia a la figura 3, que muestra el recipiente 46 con el panel lateral 54 retirado.

Haciendo referencia a la figura 3, el recipiente 46 está diseñado para permitir una conectividad rápida y fácil de los cables de rejilla 48, 50 a la turbina eólica 10. En consecuencia, unas terminaciones de extremo en forma de clavijas 56 se ajustan a los extremos del cable de turbina eólica 52 y a los extremos de los cables de rejilla entrantes y salientes 48, 50. Estas clavijas 56 se insertan simplemente en los enchufes correspondientes 58 de los seccionadores 44. Se proporciona una compuerta 60, que se muestra abierta en la figura 3, en la base 62 del recipiente 46 para proporcionar acceso a los enchufes 58. Los cables 48, 50, 52 se dirigen por debajo de la plataforma 28 al recipiente 46 para evitar un peligro de desconexión en la plataforma 28.

El recipiente 46 se soporta sobre unas patas 64, que sirven para elevar la base 62 del recipiente 46 por encima de la plataforma 28, de manera que la compuerta 60 sea fácilmente accesible. Las patas 64 pueden desmontarse del recipiente 46 para facilitar el transporte del recipiente 46. La instalación de la aparamenta en recipiente 44 es sencilla y requiere simplemente abrir la compuerta 60 y conectar los cables 48, 50, 52. En el caso de que se produzca un fallo en el equipo 44, todo el recipiente 46 puede desconectarse rápidamente y sustituirse por un recipiente similar, que vuelve a conectarse fácilmente de la misma manera. A continuación, el recipiente defectuoso 46 puede repararse fuera del lugar.

Si las operaciones de servicio deben realizarse en el lugar en la aparamenta en recipiente 44, a continuación, pueden retirarse uno o más paneles laterales del recipiente 46 para proporcionar acceso de servicio a la aparamenta 44. Como se ha mencionado anteriormente, la figura 3 muestra el recipiente 46 con un panel lateral retirado. El recipiente 46 también incluye unas aletas de alivio de presión 66 en las paredes laterales 68, que se abren automáticamente para aliviar el exceso de presión en el recipiente 46 si se requiere.

La localización de la aparamenta o parte de la aparamenta dentro de un recipiente 46, como se ha descrito anteriormente, permite una mayor flexibilidad en términos de la localización de la aparamenta, y la facilidad de sustitución de la aparamenta, pero también puede proporcionar otras ventajas en el contexto de la construcción de una planta de energía eólica, como se explicará a continuación con referencia a las figuras 4 y 5.

Haciendo referencia a la figura 4, esta muestra un conjunto de cimentaciones en alta mar 26a, 26b, 26c, sobre las que van a construirse las turbinas eólicas. En este ejemplo, se muestran tres cimentaciones, pero normalmente habría muchas más que estas para un típico parque eólico en alta mar. Las cimentaciones 26a, 26b, 26c se construyen a menudo un año o más antes de que se instalen las turbinas eólicas. Las piezas de transición 32 también se instalan, en general, antes de la construcción de las turbinas eólicas. Como se muestra en la figura 4, la aparamenta en recipiente 44a, 44b, 44c se dispone en cada una de las cimentaciones 26a, 26b, 26c antes de que se instalen las turbinas eólicas. Esto permite conectar y probar los cables de rejilla entrantes y salientes 48a-c, 50a-c antes de instalar las turbinas eólicas. Los cables de rejilla 48a-c, 50a-c están conectados a una subestación 68, que incluye un transformador elevador 70 para aumentar la tensión antes de suministrar una rejilla de distribución (no mostrada). La subestación incluye su propia aparamenta 72, que permite conectar o desconectar la subestación de la rejilla colectora según se requiera. Se apreciará que la aparamenta en recipiente 44a, 44b, 44c proporciona una ventaja sobre las disposiciones de la técnica anterior (en las que toda la aparamenta se localiza dentro de la turbina eólica) debido a que permite instalar y probar el cableado de rejilla colectora antes de instalar las turbinas eólicas.

Haciendo referencia a la figura 5, esta muestra las turbinas eólicas 10a-c instaladas en las cimentaciones en alta mar respectivas 26a-c para formar una rejilla colectora 74. Cada una de las turbinas eólicas 10a-c incluye un panel de disyuntor 40a-c dentro de la torre 12a-c que se conecta eléctricamente a un componente de aparamenta en recipiente respectivo 44a-c en su cimentación 26a-c a través de un cable de turbina eólica 52a-c de la misma manera que se ha expuesto anteriormente en relación con las figuras 1 a 3.

La separación de la aparamenta 40, 44 de la manera descrita anteriormente también permite probar el disyuntor 40 y el transformador 34 juntos como una unidad combinada fuera del lugar antes de transportarse al lugar de turbina eólica.

Se apreciará que pueden realizarse muchas modificaciones o variaciones de las realizaciones descritas anteriormente sin alejarse del alcance de la presente invención que se define por las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, mientras que la aparamenta en recipiente en los ejemplos anteriores comprende un par de conmutadores seccionadores, en otros ejemplos, la aparamenta en recipiente puede tener solo un conmutador seccionador único asociado con el cable de red entrante o saliente.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina eólica (10) que comprende:

- 5 una torre (12);
un rotor (14) soportado en un extremo superior de la torre;
un generador;
un transformador (34) para aumentar la salida de tensión del generador antes de suministrar una rejilla colectora;
y
10 una aparamenta dispuesta entre el transformador (34) y la rejilla colectora,
caracterizada por que:

15 la aparamenta comprende un primer dispositivo de conmutación (40) asociado con el transformador (34), y un segundo dispositivo de conmutación (44) asociado con uno o más cables (48, 50) que conectan la turbina eólica (10) a otra turbina eólica en la rejilla colectora, en la que el primer dispositivo de conmutación (40) está conectado a, pero localizado a distancia de, el segundo dispositivo de conmutación (44), de manera que los dispositivos de conmutación primero y segundo (40, 44) están localizados en diferentes localizaciones físicas dentro de las inmediaciones de la turbina eólica (10).

20 2. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 1, en la que el primer dispositivo de conmutación (40) comprende un panel de disyuntor.

25 3. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 1 o la Reivindicación 2, en la que el segundo dispositivo de conmutación (44) comprende al menos un panel seccionador de cable para conectar y desconectar la turbina eólica (10) a/de la rejilla colectora.

30 4. La turbina eólica (10) de cualquier reivindicación anterior, en la que los dispositivos de conmutación primero y segundo (40, 44) están conectados entre sí a través de un cable (52).

5. La turbina eólica (10) de cualquier reivindicación anterior, en la que el primer dispositivo de conmutación (40) está localizado dentro de la torre (12).

35 6. La turbina eólica (10) de cualquier reivindicación anterior, en la que el primer dispositivo de conmutación (40) está localizado adyacente al transformador (34).

7. La turbina eólica (10) de cualquier reivindicación anterior, en la que el segundo dispositivo de conmutación (44) está localizado dentro de un recipiente (46).

40 8. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 7, en la que el recipiente (46) es sustancialmente resistente a la intemperie.

45 9. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 7 o la Reivindicación 8, en la que el recipiente (46) está localizado fuera de la torre (12).

10. La turbina eólica (10) de cualquiera de las Reivindicaciones 7 a 9, en la que el recipiente (46) está localizado sobre una plataforma (28).

50 11. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 10, en la que la plataforma (28) es parte de una cimentación (26a-c) sobre la que se soporta la torre (12).

55 12. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 11, en la que la cimentación (26a-c) comprende una pieza de transición estructural (32) sobre la que se soporta la torre (12), y el recipiente (46) está localizado dentro de la pieza de transición (32).

13. La turbina eólica (10) de cualquiera de las Reivindicaciones 7 a 12, en la que el recipiente (46) incluye unos puntos de acceso en su base para conectar los cables (48, 50) al segundo dispositivo de conmutación (44).

60 14. La turbina eólica (10) de la Reivindicación 13, en la que el recipiente (46) se soporta sobre una o más patas (64) de tal manera que su base (62) está separada de una superficie de soporte.

15. La turbina eólica (10) de cualquier reivindicación anterior, en la que la turbina eólica (10) está localizada en alta mar.

65 16. Una planta de energía eólica que comprende una pluralidad de turbinas eólicas (10a-c) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior.

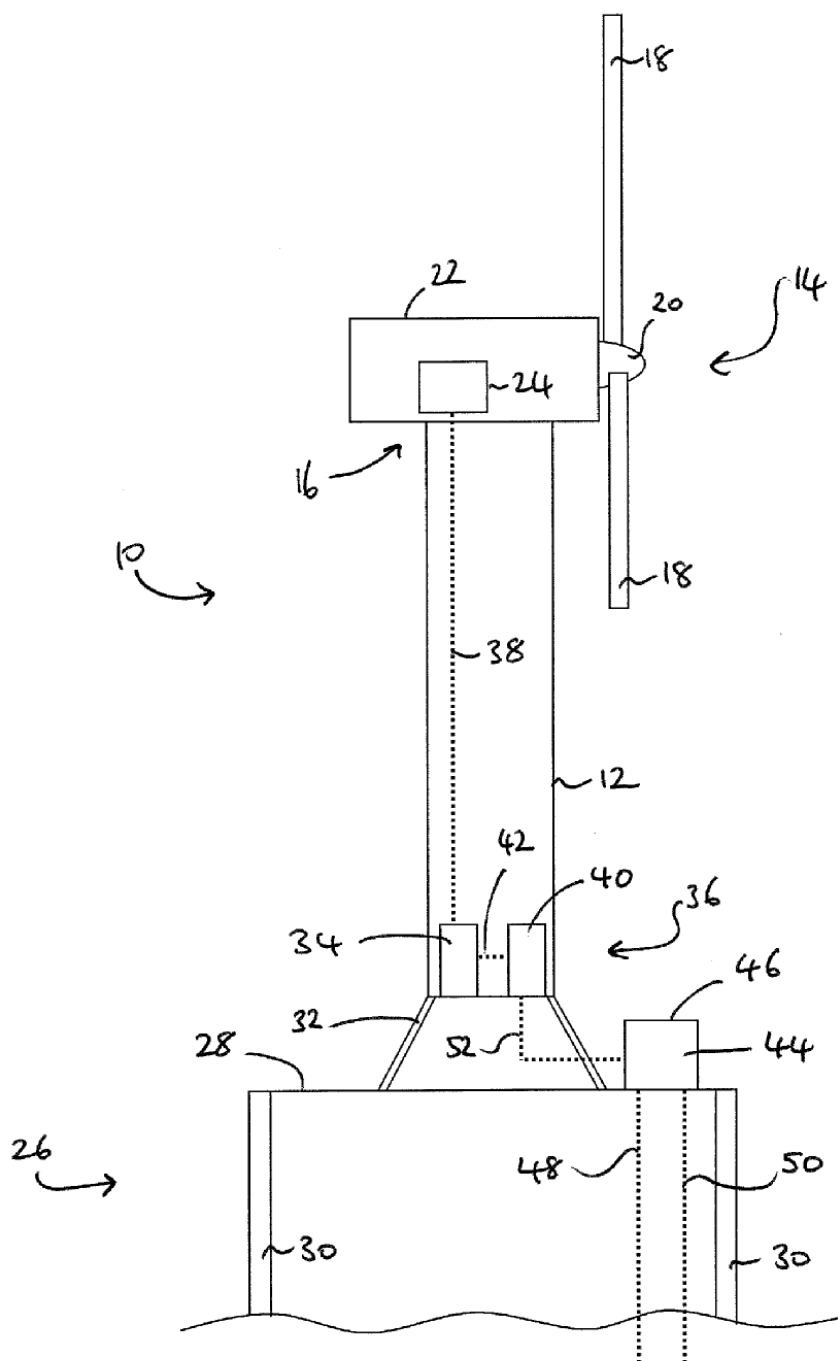


Figura 1

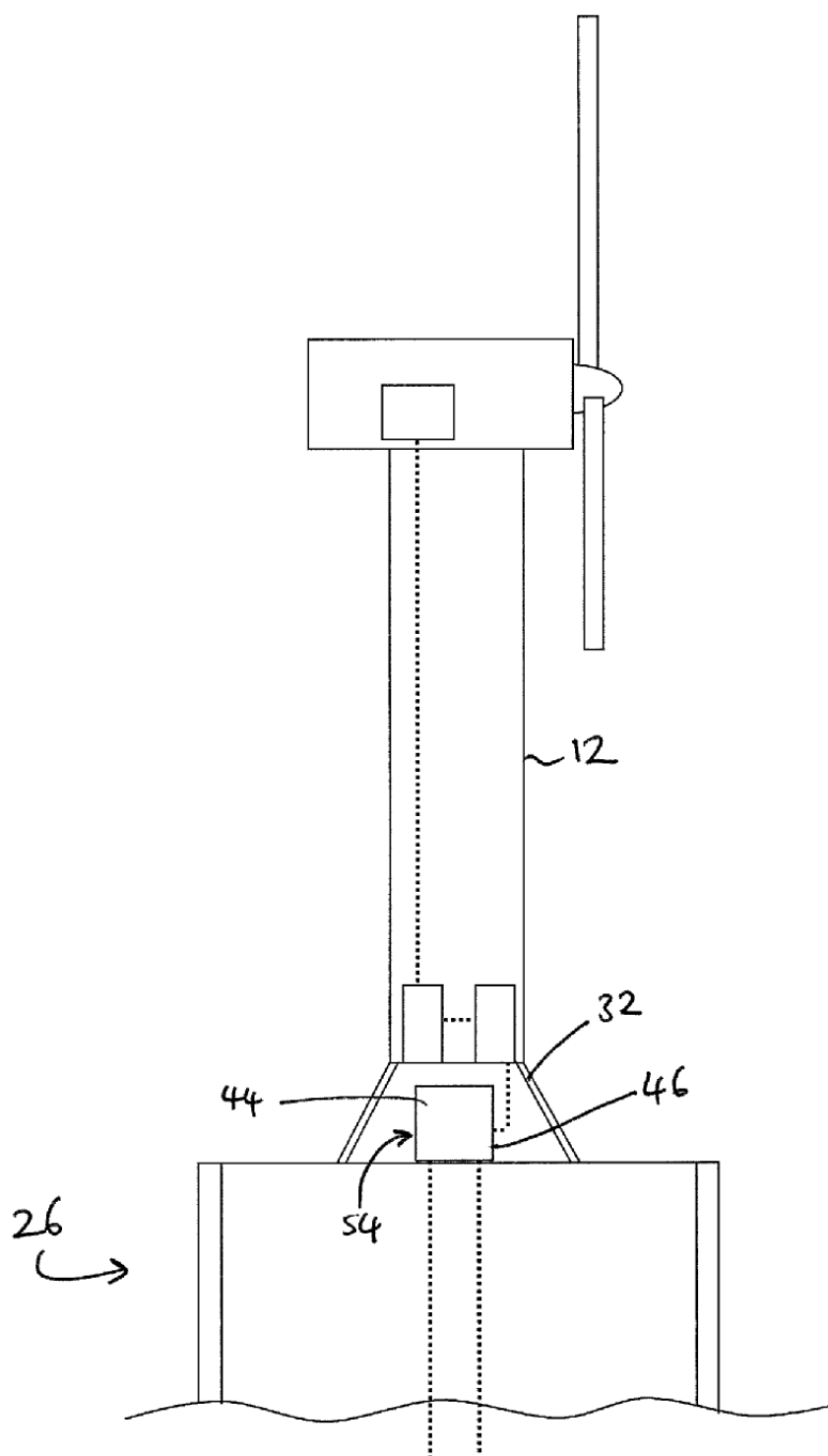


Figura 2

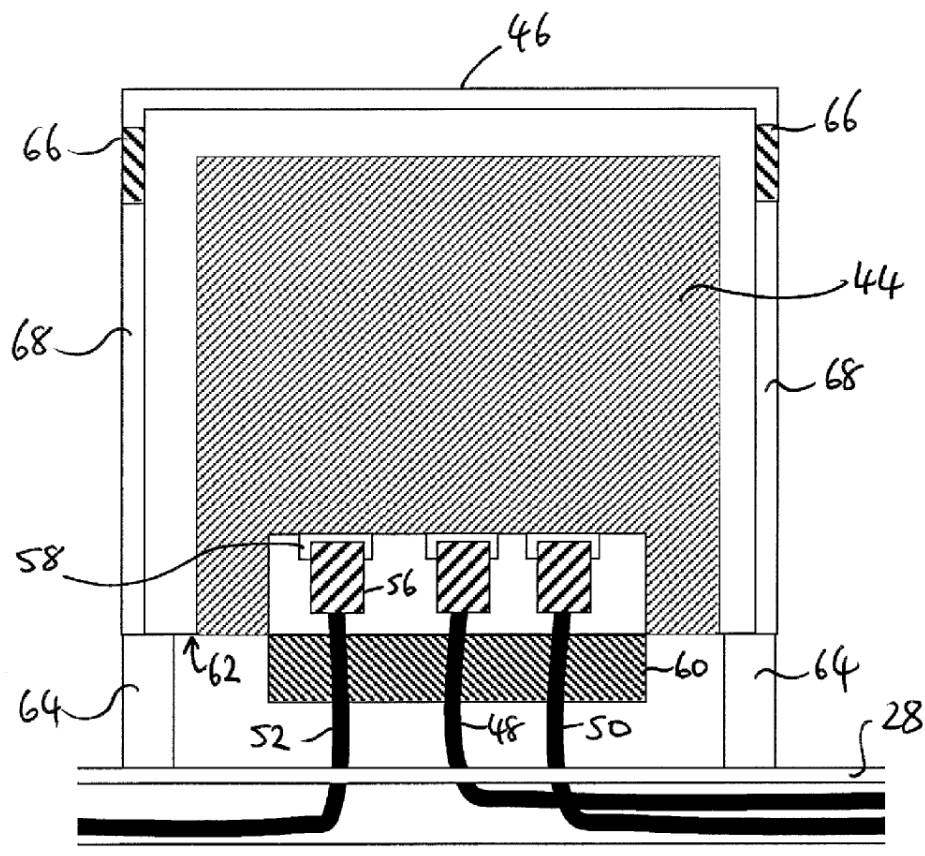


Figura 3

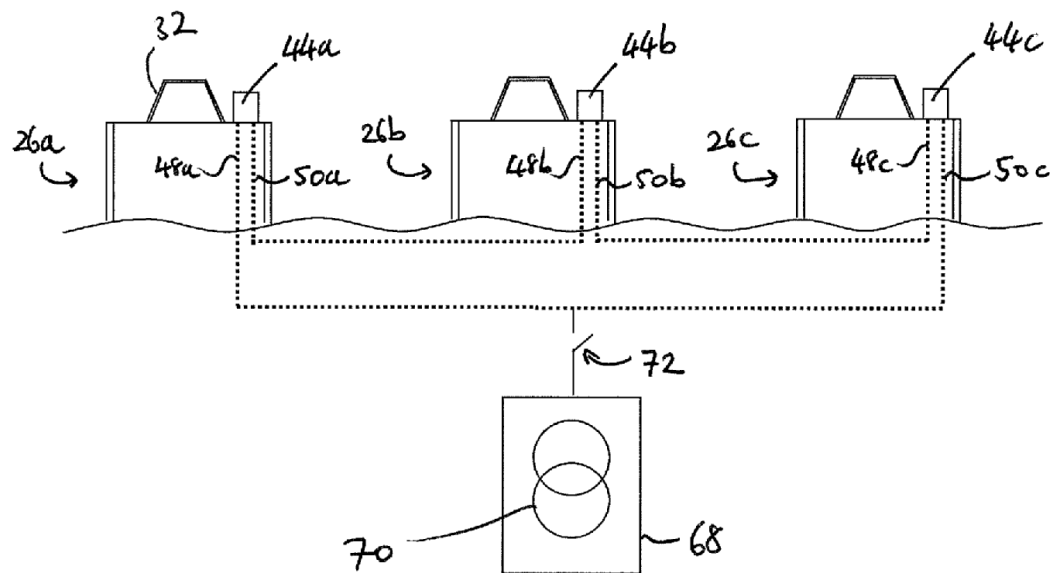


Figura 4

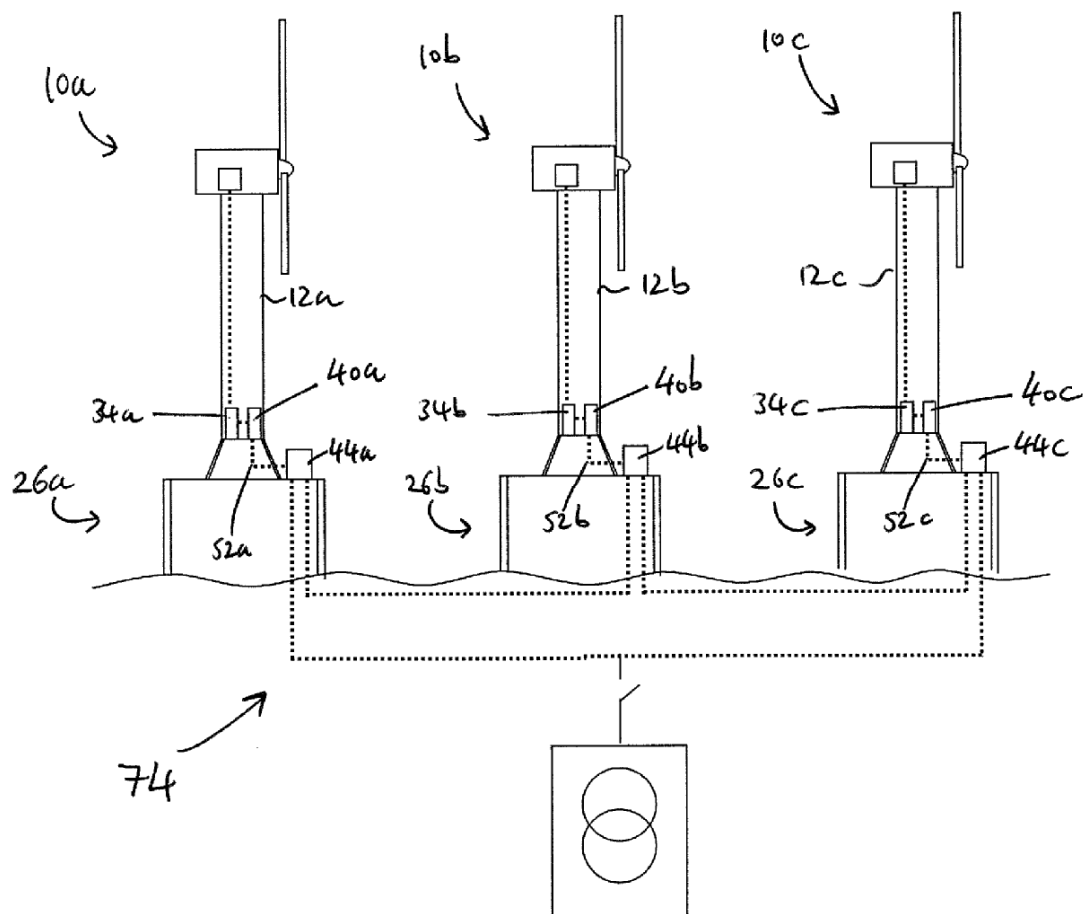


Figura 5