

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 015**

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)

F03D 80/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2020 PCT/EP2020/071337**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.02.2021 WO21032422**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2020 E 20751099 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2023 EP 4013961**

54 Título: **Aerogenerador flotante con subestación integrada**

30 Prioridad:

16.08.2019 DE 102019122110

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

25.08.2023

73 Titular/es:

**ENBW ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG AG
(100.0%)
Durlacher Allee 93
76131 Karlsruhe, DE**

72 Inventor/es:

CHRISTIENSEN, UDO

74 Agente/Representante:

URÍZAR VILLATE, Ignacio

ES 2 948 015 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

Aerogenerador flotante con subestación integrada

5 La invención se refiere a un aerogenerador flotante, su integración en un denominado parque eólico marino flotante y un parque eólico marino flotante. El término "parque eólico marino flotante" incluye todos los parques eólicos marinos cuyos aerogeneradores no están firmemente anclados al fondo del mar mediante una estructura de cimentación, siendo soportados, por el contrario, por uno o varios cuerpos huecos; en el contexto de la invención esta disposición de cuerpos huecos también se denomina "base flotante". Para evitar que los aerogeneradores
10 deriven en las bases flotantes, estas están ancladas al fondo del mar mediante cables o cadenas.

Cada parque eólico marino tiene asignada al menos una subestación, que acumula la energía eléctrica generada por los aerogeneradores y la transforma a una tensión apta para el "transporte" a tierra firme. Por ejemplo, puede aumentarse la tensión de 66 kV a 230 kV, para reducir las pérdidas de línea y las secciones requeridas de los cables
15 submarinos o de exportación. También es una práctica común prever en la subestación un equipo de compensación de corriente reactiva para los cables de exportación. En el contexto de la invención, este equipo, que también se denominará en lo sucesivo "compensación de corriente reactiva", se considera una parte de la subestación.

La figura 1 del documento DE 20 12104 004 372 U1 describe la topología de un parque eólico marino en el que los aerogeneradores están cimentados y anclados con bases al fondo del mar. En una de las bases está integrada una subestación. Las subestaciones del parque eólico están conectadas directamente a la red de transporte en tierra firme mediante cables trifásicos de alta tensión o a una estación convertidora, que permite transportar la energía eléctrica a tierra firme mediante corriente continua de alta tensión. Para la estación convertidora está prevista una base separada.
20

Por el documento WO 2019/106283 A1 se conoce una base flotante relativamente compleja, cuyos cuerpos huecos forman un anillo. Muy por debajo de este anillo hay un peso de lastre no flotante, que está unido mediante cables o cadenas a la base flotante. La invención que se describe a continuación también puede implementarse en una base flotante de este tipo.
25

Por el documento EP 2 811 159 A1 se conoce un aerogenerador marino, que comprende una base por gravedad de hormigón, que también puede estar configurada como una bandeja flotante. En esta base está integrado un cuerpo hueco que aloja componentes de una subestación.
30

Por el documento US 2010/0194114 A1 se conoce un aerogenerador marino, en el que al menos una parte del calor perdido que se genera en el interior de un cuerpo flotante se cede al agua circundante a través de la pared exterior del cuerpo flotante.
35

El documento EP 2 221 474 A1 da a conocer un aerogenerador marino con tres cuerpos flotantes que se unen entre sí con ayuda de puntales para formar una estructura flotante. Los convertidores de energía eólica están dispuestos en dos de los tres cuerpos flotantes. El tercer cuerpo flotante aloja equipos eléctricos.
40

Por el documento WO 2020/001932 A1 publicado posteriormente, se conoce un aerogenerador marino en el que se usan partes de una subestación como lastre.
45

El objetivo de la invención es proporcionar un aerogenerador flotante con una funcionalidad ampliada. Gracias al uso del aerogenerador de acuerdo con la invención deben reducirse los costes de inversión de un parque eólico marino flotante, sin perjudicarse la disponibilidad y la generación anual de energía del parque eólico. Además, debe proporcionarse un parque eólico marino flotante que requiera menos espacio con la misma generación de energía.
50 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención en un aerogenerador que comprende una torre, una góndola dispuesta en la torre y una base flotante, comprendiendo la base flotante al menos un cuerpo hueco flotante, por que en el cuerpo hueco o en los cuerpos huecos de la base flotante están instaladas una subestación, que incluye un equipo de compensación de corriente reactiva, o al menos partes de una subestación. <A

La invención aprovecha la propiedad de los aerogeneradores con base flotante de que el o los cuerpos huecos de la base flotante presentan un volumen considerable. En las bases flotantes convencionales, el o los cuerpos huecos se llenan parcialmente con agua de lastre. No obstante, la mayor parte del volumen de los cuerpos huecos se llena de aire para proporcionar la fuerza ascensional necesaria. De acuerdo con la invención, este volumen se usa como espacio de instalación para una subestación de grandes dimensiones que incluye un equipo de compensación de corriente reactiva.
55

Gracias a ello se obtiene una ventaja económica significativa; no es necesaria una construcción separada solo para la subestación. Esto reduce significativamente los costes totales del parque eólico marino flotante. Además, en caso de un tamaño predeterminado del parque eólico marino, en lugar de una subestación instalada en una base flotante separada, puede hacerse funcionar un aerogenerador adicional con subestación integrada. Gracias a ello se
60 aumenta significativamente la generación anual de energía eléctrica del parque eólico ocupando la misma superficie.
65

Ha resultado ser ventajoso que los componentes esenciales, en particular los componentes pesados de la subestación, como el transformador y la bobina de compensación de corriente reactiva, se instalen en una zona del cuerpo hueco que está por debajo del nivel del agua durante el funcionamiento, es decir, cuando el aerogenerador está flotando. Concretamente, en este caso, puede desplazarse hacia abajo el centro de gravedad del aerogenerador. Gracias a ello aumenta la altura metacéntrica del aerogenerador y mejora la estabilidad del aerogenerador flotante. Además, en este cuerpo hueco puede reducirse la cantidad de agua de lastre necesaria o, en un caso ideal, incluso puede prescindirse por completo del agua de lastre. La renuncia completa al agua de lastre en un cuerpo hueco simplifica aún más la integración de una subestación.

En otra configuración ventajosa de la invención, las zonas del o de los cuerpos huecos que se encuentran durante el funcionamiento por debajo del nivel de agua están configuradas como superficies de refrigeración. Estas superficies de refrigeración sirven para refrigerar el transformador y/o la bobina de compensación de corriente reactiva. Es posible, por ejemplo, que el cuerpo hueco esté realizado en algunas zonas como pared de dos capas y que el agua de refrigeración circule entre las dos capas de esta pared para refrigerar el agua de refrigeración de las estaciones anteriormente mencionadas. El agua de refrigeración es refrigerada por el agua de mar circundante a través de la pared exterior del cuerpo hueco y, por lo tanto, puede disipar eficazmente el calor perdido generado durante el funcionamiento del transformador o de la bobina de compensación de corriente reactiva.

En un perfeccionamiento consiguiente y en el sentido de una integración funcional aún más amplia, unas partes del o de los cuerpos huecos pueden servir como encapsulado para partes de la subestación o para la subestación completa. Por ejemplo, es concebible que el cuerpo hueco esté configurado como encapsulado para el transformador y la bobina de compensación de corriente reactiva de la subestación. En este caso, la pared del cuerpo hueco sirve adicionalmente como superficie de refrigeración, de modo que el calor perdido generado en el transformador y la bobina de compensación de corriente reactiva de la subestación se transmite directamente al agua de mar circundante a través del aceite del transformador y la pared del cuerpo hueco. Puede prescindirse de un circuito de agua de refrigeración separado.

En una configuración preferida, está previsto que la pared del cuerpo hueco esté hecha de metal, preferentemente de acero, de modo que esta pared forma al mismo tiempo el blindaje eléctrico de los componentes de la subestación. También gracias a ello se reducen los costes de construcción, de modo que aumenta aún más la rentabilidad del aerogenerador o del parque eólico.

De acuerdo con la invención, en el lado de entrada de la subestación están dispuestos varios disyuntores que pueden ser controlados por separado. A cada uno de estos disyuntores se conecta una cadena del parque eólico de acuerdo con la invención. Los aerogeneradores que se encuentran en una cadena no tienen equipos de conmutación separados, sino que se conmutan, por así decirlo, de forma centralizada mediante los disyuntores controlables en el lado de entrada de la subestación. Esto significa que los aerogeneradores integrados en una cadena no presentan equipos de conmutación propios. Todos los aerogeneradores de una cadena se conmutan de forma centralizada a través de un disyuntor asignado a esta cadena en el aerogenerador con subestación integrada.

Gracias a ello, se reducen aún más los costes totales para los otros aerogeneradores. Por ejemplo, se necesita solo un equipo de conmutación para una cadena con tres aerogeneradores. Es cierto, que esto conlleva en la práctica una disponibilidad ligeramente reducida, puesto que en caso de un defecto de cable fallan todos los aerogeneradores en una cadena. No obstante, en comparación con las instalaciones conocidas por el estado de la técnica, solo fallan tres instalaciones en lugar de hasta diez. Concretamente, esto significa que dejan de funcionar por un corto tiempo dos aerogeneradores aptos para el funcionamiento, aunque esto no sería necesario desde un punto de vista técnico. No obstante, es mayor el ahorro de costes gracias a la renuncia a cualquier disyuntor en los aerogeneradores y al uso de secciones de cable más pequeñas que la disponibilidad ligeramente reducida de estos dos aerogeneradores. Podría realizarse al mismo tiempo el mantenimiento de todos los aerogeneradores de una cadena.

En las instalaciones conocidas por el estado de la técnica con hasta 10 instalaciones en una cadena y paneles de mando en cada aerogenerador, existe el riesgo de que fallen las diez instalaciones cuando el cable que se encuentra directamente en la subestación tiene un defecto. Los disyuntores en los aerogeneradores no aportan ninguna ventaja.

En otra configuración ventajosa de la invención, la base flotante comprende varios cuerpos huecos. La instalación de mando para el cableado del parque y el transformador están integrados en un primer cuerpo hueco y la bobina de compensación de corriente reactiva y el panel de mando para el cable de exportación están integrados en un segundo cuerpo hueco. Los cuerpos huecos están unidos entre sí mediante puntales. Estos puntales son tubos y pueden usarse para guiar cables entre el transformador y el panel de mando de alta tensión. Gracias a ello se consigue otra reducción de costes e integración de funciones.

En otra configuración ventajosa de la invención, el cuerpo hueco o los cuerpos huecos que alojan la subestación presentan aberturas de montaje. Estas aberturas pueden cerrarse de forma estanca al agua y están dimensionadas de tal manera que los componentes de la subestación pueden ser elevados para ser introducidos en el interior del

cuerpo hueco a través de las aberturas.

Estas aberturas están dispuestas a una altura sobre el nivel del mar a la que puede llegarse fácilmente con un barco. También es posible fijar una grúa u otro dispositivo de elevación en la torre o la base flotante, concretamente de tal manera que con ayuda del dispositivo de elevación los componentes de la subestación pueden ser elevados para ser introducidos en el cuerpo hueco o ser retirados del mismo.

El objetivo mencionado al principio también se consigue en caso de un parque eólico marino flotante que está formado por una pluralidad de aerogeneradores, que están conectados mediante líneas eléctricas a al menos una subestación marina para la conexión a la red, por que uno de los aerogeneradores es un aerogenerador con subestación integrada y/o con compensación de corriente reactiva integrada según una de las reivindicaciones anteriores, y por que varios aerogeneradores del parque eólico están conectados a la subestación del aerogenerador con subestación integrada. El aerogenerador cuya base alberga la subestación, puede conectarse a una de las cadenas o, alternativamente, puede conectarse "individualmente" a la subestación.

De acuerdo con la invención, se conecta solo un número tal de los aerogeneradores del entorno a una subestación que la conexión puede realizarse con una sección de cable uniforme y relativamente pequeña. Pueden conectarse, por ejemplo, tres, cuatro o cinco aerogeneradores a una subestación. Esto supone un abandono de la práctica conocida por el estado de la técnica de unir tantos aerogeneradores como sea posible (10 unidades o más), para minimizar la cantidad de cables que han desconectarse a la subestación. La desventaja de esta práctica es que las secciones del cable aumentan a medida que se acerca la subestación, para poder transmitir la mayor potencia. Los cables de sección grande son más caros, más pesados y más difíciles de instalar. En las instalaciones conocidas por el estado de la técnica se usan hasta tres secciones de cable diferentes. Esto aumenta los costes para el almacenamiento de piezas de recambio.

De acuerdo con la invención, todos los aerogeneradores de un parque eólico están conectados a varias subestaciones con una sola sección de cable, realizándose varias cadenas con pocos aerogeneradores. Las líneas eléctricas de aluminio adecuadas para este fin son relativamente ligeras y económicas. Esto contribuye aún más a la mayor rentabilidad del parque eólico marino de acuerdo con la invención.

En el caso de parques eólicos marinos de alta potencia, de acuerdo con la invención existen varias subestaciones pequeñas en un parque eólico marino, estando integradas las subestaciones relativamente pequeñas en los cuerpos huecos de uno o varios aerogeneradores. Allí quedan protegidas de la intemperie. Unas construcciones adicionales en la base podrían influir eventualmente en el aerogenerador y, por lo tanto, también en la generación de energía. Por lo tanto, es ventajoso integrar la subestación directamente en la base de acuerdo con la invención y aprovechar el espacio muy grande disponible en el interior del cuerpo hueco.

Puesto que la subestación de acuerdo con la invención puede ser dimensionada lo suficientemente grande y no tiene que "sacrificarse" ningún emplazamiento de un aerogenerador, el emplazamiento de la subestación puede seleccionarse de manera óptima en términos de potencia, conexión a los aerogeneradores y cables de exportación. Gracias a ello se obtienen efectos sinérgicos considerables.

En una configuración ventajosa del parque eólico marino flotante de acuerdo con la invención, solo pocos aerogeneradores están conectados para formar una cadena y cada cadena está conectada a uno de los disyuntores del aerogenerador con subestación integrada. A este respecto, los aerogeneradores se conectan preferentemente de tal manera para formar una cadena que, a ser posible, todos los cables usados en el parque eólico marino flotante tienen la misma sección de conductor relativamente pequeña.

En otra configuración ventajosa están conectados exactamente tantos aerogeneradores a la subestación que se usan solo un cable de exportación de alta tensión y, por lo tanto, solo un transformador y una bobina de compensación de corriente reactiva. Actualmente, en función de la distancia a tierra firme, del estado del fondo del mar y otros parámetros, esto significa que pueden transmitirse entre 300 y 250 MW mediante un cable de exportación de alta tensión.

Otras ventajas y configuraciones ventajosas pueden encontrarse en el siguiente dibujo, en la descripción del mismo y en las reivindicaciones de la patente.

Muestran:

- 60 La figura 1 topología de un parque eólico marino flotante de acuerdo con la invención,
- la figura 2 un aerogenerador con base flotante del tipo boya Spar,
- la figura 3 un aerogenerador de base flotante del tipo semisumergible,
- la figura 4 una vista en corte de un aerogenerador de acuerdo con la invención con una subestación integrada en una vista lateral,
- 65 la figura 5 el ejemplo de realización según la figura 4 en una vista desde arriba, y
- la figura 6 los detalles del circuito eléctrico del ejemplo de realización según las figuras 4 y 5.

Descripción de los ejemplos de realización

5 En la figura 1 está representado de forma esquemática y muy simplificada un parque eólico marino flotante 1 de acuerdo con la invención.

Este parque eólico 1 comprende una pluralidad de aerogeneradores W.

10 El aerogenerador S con subestación 14 integrada se diferencia de los otros aerogeneradores W en que está integrada una subestación 14 en la base del aerogenerador S. Los detalles de esta integración se explicarán más detalladamente en lo sucesivo con ayuda de las figuras 2 a 5. En relación con la invención, debe señalarse que están conectados respectivamente tres aerogeneradores W para formar una cadena 3. Cada cadena 3 termina en el aerogenerador con subestación integrada S. La conexión eléctrica de las cadenas individuales o de los aerogeneradores W en una cadena se explicará en detalle a continuación.

15 El número de aerogeneradores W en una cadena 3 es inferior a 5; en el ejemplo representado es igual a 3. Todas las cadenas 3 desembocan en el aerogenerador S con subestación integrada y allí se conectan y desconectan por separado. Los detalles acerca de esto pueden verse en la figura 3 y se explicarán con más detalle en relación con la figura 6.

20 La energía eléctrica generada por estos aerogeneradores W se transporta a la subestación 14 del aerogenerador S con subestación integrada mediante un cable 5, que interconecta los aerogeneradores W de una cadena 3. A modo de ejemplo, en la figura 1, los aerogeneradores de una cadena 3 se designan con W1, W2 y W3.

25 La energía eléctrica generada por los aerogeneradores W1, W2 y W3 es transportada mediante un cable 5 común a la subestación 14 en el interior del aerogenerador S. Por lo tanto, solo pueden ponerse de forma conjunta en funcionamiento o fuera de servicio. Concretamente, si por cualquier motivo está abierto el disyuntor 19 asignado a una cadena delante de la subestación 14 del aerogenerador S, ninguno de los tres aerogeneradores W1, W2 y W3 de la cadena 3 afectada suministra ya energía eléctrica a la subestación 14 en el aerogenerador S.

30 Esta supuesta "desventaja" conduce en realidad a una ventaja económica considerable, ya que puede reducirse drásticamente el número de los disyuntores. En la subestación 14 solo debe estar previsto un disyuntor 19 por cadena 3 y no, como en los parques eólicos convencionales, un disyuntor por cadena 3 y una instalación de mando de varios campos por aerogenerador W. Gracias a ello se consiguen ventajas considerables en cuanto a los costes. Puesto que no hay que instalar disyuntores en las bases o en las torres de los aerogeneradores W, se reduce la probabilidad de fallo de los aerogeneradores.

40 El número de aerogeneradores en una cadena 3 es inferior a 5. Gracias a ello, también la sección metálica del cable 5 de una cadena 3 aún puede ser relativamente pequeña y pueden usarse cables de aluminio ligeros, económicos y, a pesar de ellos, potentes.

45 Puesto que los aerogeneradores W por regla general no fallan inesperadamente, sino que solo se realiza un mantenimiento en el sentido de mantenimiento preventivo, es posible sin más poner fuera de servicio todos los aerogeneradores W de una cadena 3 al mismo tiempo y realizar al mismo tiempo el mantenimiento de todos los aerogeneradores de una cadena. Por lo tanto, los tiempos de parada causados por el mantenimiento siguen siendo los mismos, aunque solo se usa un disyuntor por cadena.

50 En las figuras 2 y 3 están representados de manera muy simplificada dos tipos diferentes de aerogeneradores W con base flotante. El aerogenerador W comprende una torre 7, una góndola 9. En la góndola 9 está dispuesto el generador accionado por el rotor 11. Al pie de la torre 7, esta está unida con una base flotante 13.

55 La figura 2 muestra una base flotante del tipo boya Spar. La base flotante 13 de este tipo comprende un cuerpo hueco 15 alargado. La zona del cuerpo hueco 15 que está debajo de la superficie del agua se designa con 15.1. Una pequeña parte 15.2 del cuerpo hueco 15 se encuentra por encima de la superficie del agua.

60 La figura 3 muestra a modo de ejemplo un segundo ejemplo de realización de un aerogenerador con base flotante 13 para todos los denominados semisumergibles. En esta forma de realización, tres cuerpos huecos 15a, 15b y 15c están unidos con ayuda de puntales tubulares 17 para formar un triángulo. El aerogenerador con la torre 7, la góndola 9 y el rotor 11 está instalado en uno de los cuerpos huecos, concretamente en el cuerpo hueco 15b. Los cuerpos huecos 15a, 15b y 15c no tienen que tener las mismas dimensiones y geometrías.

Todos los cuerpos huecos 15, 15a, 15b y 15c tienen un volumen muy grande, ya que no solo soportan el peso del aerogenerador W, sino que alojan cantidades considerables de agua de lastre para estabilizar el aerogenerador W.

65 En la figura 4, los dos cuerpos huecos 15a y 15c de la figura 3 están representados en corte y muy simplificados. En el cuerpo hueco 15c están representados varios disyuntores 19 de forma simplificada como un bloque. Como ya se

ha mencionado en relación con la figura 1, para cada cadena 3 hay un disyuntor con ayuda del cual puede interrumpirse o establecerse la conexión eléctrica entre una cadena 3 y el transformador 21 montado a continuación.

5 En la figura 4 no están representados los cables 5 de las cadenas 3 ni una línea de conexión eléctrica entre los disyuntores 19 y el transformador 21, ya que se trata solo de una representación esquemática del concepto de acuerdo con la invención.

10 En el lado superior del cuerpo hueco 15c está prevista una abertura de montaje 23 que puede cerrarse. La abertura de montaje 23 está dimensionada de tal manera que también el componente más grande (esto son, por regla general, el transformador 21 y la bobina de compensación de corriente reactiva 25) de la subestación 14 pueden ser elevados para ser introducidos a través de la abertura de montaje 23 en el interior del cuerpo hueco 15c. En caso de reparación o sustitución, todos los componentes de la subestación 14 pueden ser introducidos en el cuerpo hueco 15c a través de la abertura de montaje 23 y pueden ser elevados, en caso necesario, nuevamente para ser retirados.

15 A modo de ejemplo, se ha dibujado un puntal 17 entre el cuerpo hueco 15c y el cuerpo hueco 15a. Este puntal 17 está configurado como tubo, de modo que puede servir al mismo tiempo como canaleta para los cables 27 que conectan el transformador 21 al panel de mando de alta tensión 29.

20 La compensación de corriente reactiva 25 está conectada mediante un panel de mando de alta tensión 29 al cable de exportación de alta tensión.

25 Mediante este cable de alta tensión, la energía eléctrica generada en el parque eólico 1 se transporta a tierra firme con una tensión de, por ejemplo, 230 kV.

30 La cantidad de agua de lastre 31 en los cuerpos huecos 15 está dimensionada de tal manera que la base flotante 13 tenga suficiente calado y suficiente inercia de masa para garantizar una posición estable del aerogenerador W montado en la base flotante 13. Gracias a la integración inventiva de acuerdo con la invención de una subestación 14 en uno o varios cuerpos huecos 15 de la base flotante 13 aumenta la masa en el interior de los cuerpos huecos 15 y la cantidad de agua de lastre 31 puede reducirse correspondientemente.

También es posible prescindir completamente del agua de lastre en el cuerpo hueco 15c, 15b en el que se encuentra la subestación 14.

35 A diferencia de lo que se muestra en la representación simplificada de la figura 4, las piezas montadas de acuerdo con la invención, como disyuntores 19, transformador 21 y compensación de corriente reactiva 25, también pueden estar instaladas por debajo de la línea de flotación en el interior de los cuerpos huecos 15. Gracias a ello resulta una posición más baja del centro de gravedad y, en consecuencia, una mayor altura metacéntrica, lo que aumenta la estabilidad de flotación de la base 13.

40 Las zonas inferiores 15.1 de los cuerpos huecos 15 que están sumergidos en el agua de mar son refrigeradas por el agua de mar, de modo que el calor perdido que se genera en la subestación 14 puede ser disipada en parte directamente a través de las paredes exteriores del cuerpo hueco 15 al agua de mar. El cuerpo hueco 15 también puede estar configurado de tal manera que forma al mismo tiempo el encapsulado de la subestación o del transformador 21 y/o de la bobina de compensación de corriente reactiva 25. En este caso se hace posible, por así decirlo sin componente adicional, un intercambio de calor directo entre el aceite de transformador de los transformadores 21, la bobina de compensación de potencia reactiva 25 y el agua de mar. Se reducen los costes de construcción y se garantiza una disipación de calor muy eficaz.

45 50 En la figura 5 está representada una vez más desde arriba la vista del ejemplo de realización según la figura 3. En esta vista puede verse claramente la distribución de los diferentes componentes, concretamente, el aerogenerador W, la subestación 14 con el transformador 21, los disyuntores 19, la compensación de corriente reactiva 25 y el disyuntor de alta tensión 29 entre los tres cuerpos huecos 15a, 15b y 15c.

55 En esta representación puede verse claramente que las cadenas 3.1 a 3.n se conducen al aerogenerador S con subestación integrada 14. En la salida de la bobina de compensación de corriente reactiva 25 está representada una línea de alta tensión 33. Mediante esta, la energía eléctrica generada en el parque eólico 1 se transporta a tierra firme.

60 En la figura 6 están representados de forma algo más detallada los componentes eléctricos en los cuerpos huecos 15c y 15b y su conexión eléctrica. En el cuerpo hueco 15c se conectan un total de siete cadenas 3.1 a 3.7 con respectivamente tres aerogeneradores W a la instalación de mando 19. Adicionalmente está previsto un disyuntor principal 20, que puede conectar o desconectar el lado de entrada del transformador 21 a o de las instalaciones de mando 19 de las cadenas 3.1 a 3.7.

65 La subestación 14 comprende un transformador que transforma la energía eléctrica generada por los

ES 2 948 015 T3

aerogeneradores a 230 kV. Esta corriente alterna se conduce mediante el cable 27 al panel de mando de alta tensión 29. El panel de mando 29 se usa para conectar y desconectar el cable de exportación de alta tensión y al mismo tiempo para conectar la bobina de compensación de corriente reactiva 25 al cable de exportación 33.

REIVINDICACIONES

1. Aerogenerador (S) que comprende al menos un rotor (11) y una base flotante (13), comprendiendo la base flotante (13) al menos un cuerpo hueco (15) flotante, estando instaladas en el o en los cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c) de la base flotante (13) una subestación (14), o al menos partes de una subestación (14), estando dispuestos en el lado de entrada de la subestación (14) varios disyuntores (19.1, 19.2, ..., 19.n, 22) que pueden ser controlados por separado.
2. Aerogenerador (S) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos partes de la subestación (14) están instaladas en las zonas (15.1) del o de los cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c) que se encuentran por debajo de la superficie del agua.
3. Aerogenerador (S) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** las zonas (15.1) del o de los cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c) que durante el funcionamiento se encuentran por debajo de la superficie del agua están configuradas como superficies de refrigeración y por que las superficies de refrigeración sirven para la refrigeración del transformador (21) y/o de la bobina de compensación de corriente reactiva (25).
4. Aerogenerador (S) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** partes del o de los cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c) están configuradas como encapsulado para una parte de los módulos eléctricos de la subestación (14) que conducen alta tensión.
5. Aerogenerador (S) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c) son de metal y blindan los componentes eléctricos de la subestación (14).
6. Aerogenerador (S) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la base flotante (13) comprende uno o varios cuerpos huecos (15, 15a, 15b, 15c), por que en un primer cuerpo hueco (15.c) están dispuestos el/un transformador (21) y los disyuntores (19) para las cadenas (3) y en un segundo cuerpo hueco (15.b) están dispuestos la bobina de compensación de corriente reactiva (25) y el panel de mando de alta tensión (29), por que el primer cuerpo hueco (15.a) y el segundo cuerpo hueco (15.b) están unidos entre sí mediante uno o varios puntales (17) y por que en al menos uno de los puntales (17) están colocados los cables (27) que conectan eléctricamente el transformador (21) y el panel de mando de alta tensión (29).
7. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el cuerpo hueco que aloja la subestación (14) y/o el cuerpo hueco (15c, 15b) que aloja la bobina de compensación de corriente reactiva (25) presentan aberturas que pueden cerrarse (23), y por que estas aberturas (23) se encuentran por encima de la superficie del agua.
8. Aerogenerador según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la abertura que puede cerrarse (23) se encuentra al menos un metro, preferentemente más de 2 metros, por encima de la superficie del agua.
9. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada rotor (11) está alojado en una góndola (9) y por que la góndola (9) está dispuesta en una torre (7).
10. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un eje de giro del rotor o de los rotores (11) discurre horizontal o verticalmente.
11. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** presenta un rotor de una pala, dos palas o tres palas, un rotor Darrieus, un rotor Savonius o es un aerogenerador cometa.
12. Parque eólico marino flotante (1), formado por una pluralidad de aerogeneradores que están conectados mediante líneas eléctricas/cables a al menos una subestación marina, **caracterizado por que** uno de los aerogeneradores (S) es un aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores y por que los aerogeneradores (W, S) están conectados a la subestación (14) del aerogenerador (S) con subestación integrada (14).
13. Parque eólico marino flotante (1) según la reivindicación 12, **caracterizado por que** varios aerogeneradores (W, S) están interconectados para formar una cadena (3) y por que cada cadena (3) está conectada a uno de los disyuntores (19, 19.1,... 19.n) del aerogenerador (W, S) con subestación (S) integrada.
14. Parque eólico marino flotante (1) según la reivindicación 13, **caracterizado por que** están interconectados menos de cinco (5) aerogeneradores (W, S) para formar una cadena (3).
15. Parque eólico marino flotante (1) según una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado por que** solo se conectan tantos aerogeneradores a una subestación (14) que toda la energía pueda transportarse mediante un solo cable de exportación de alta tensión (33) a tierra firme.

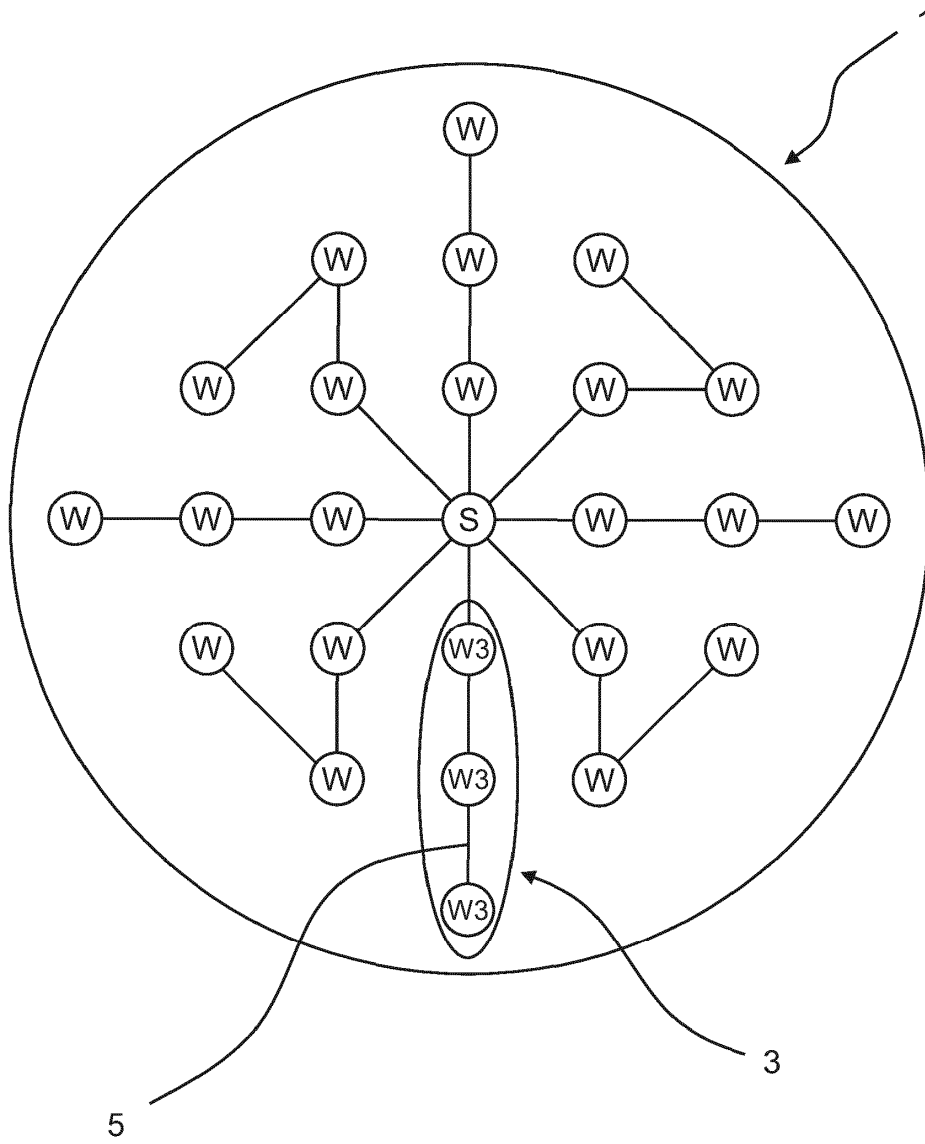


Fig. 1

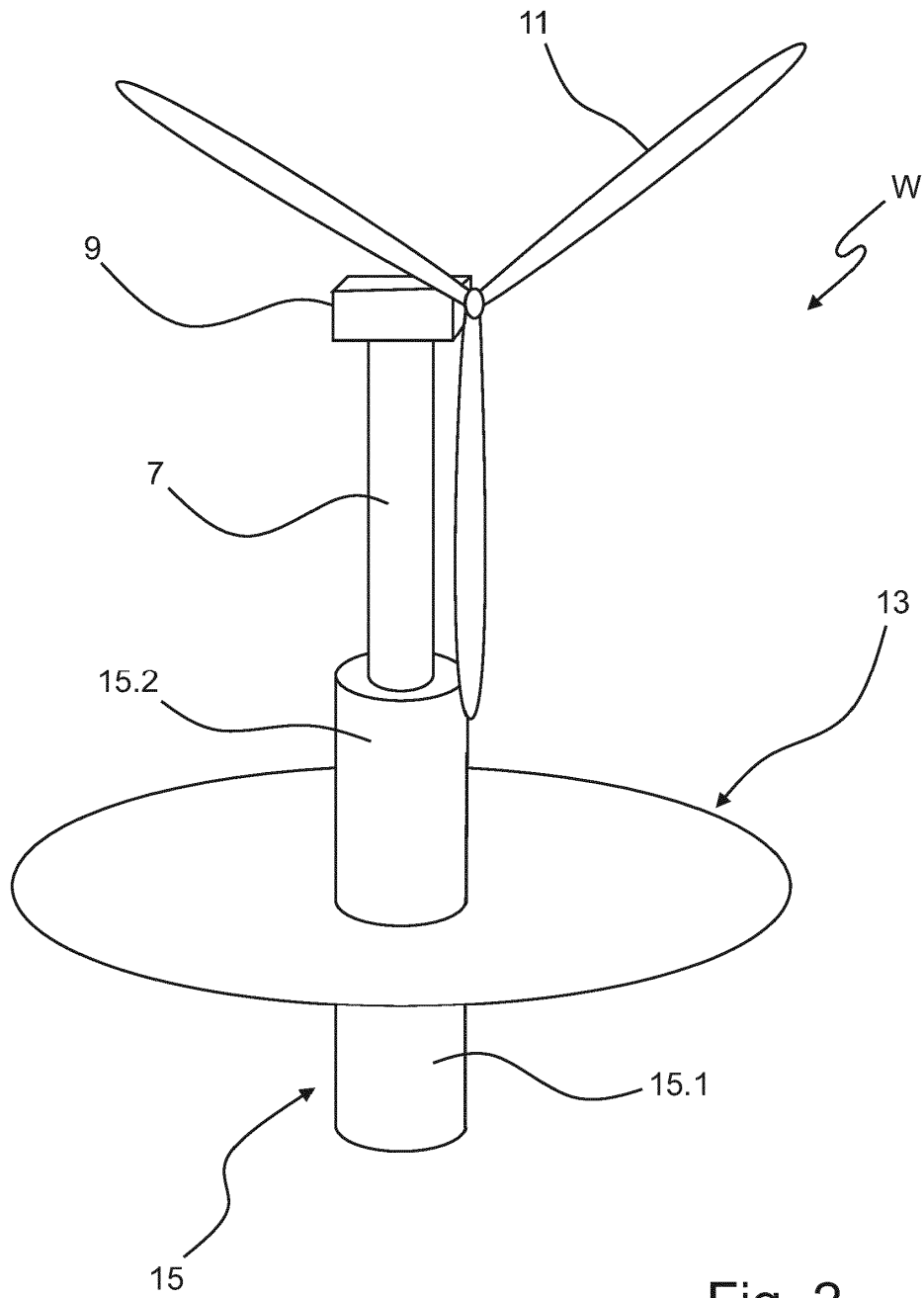


Fig. 2

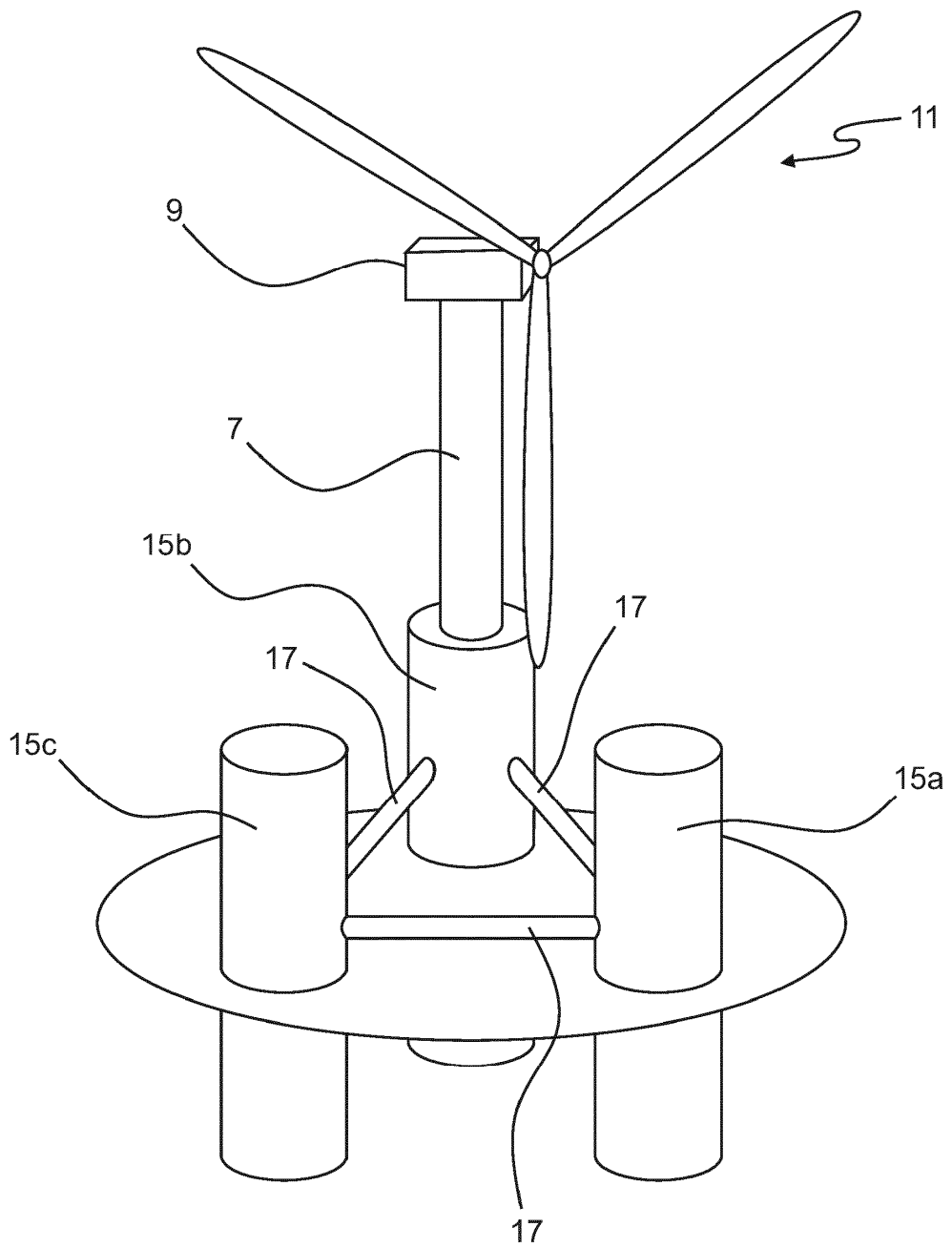


Fig. 3

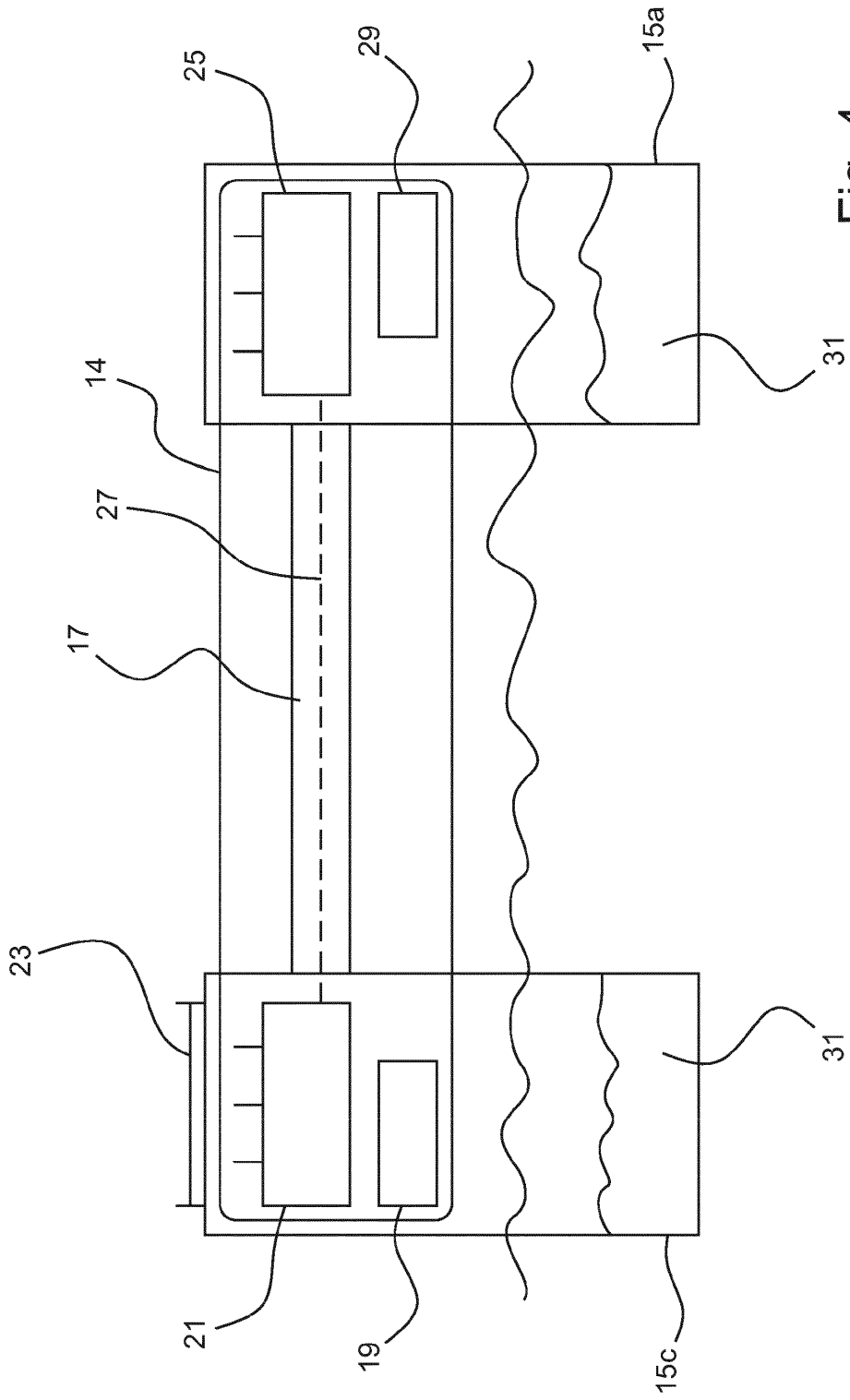


Fig. 4

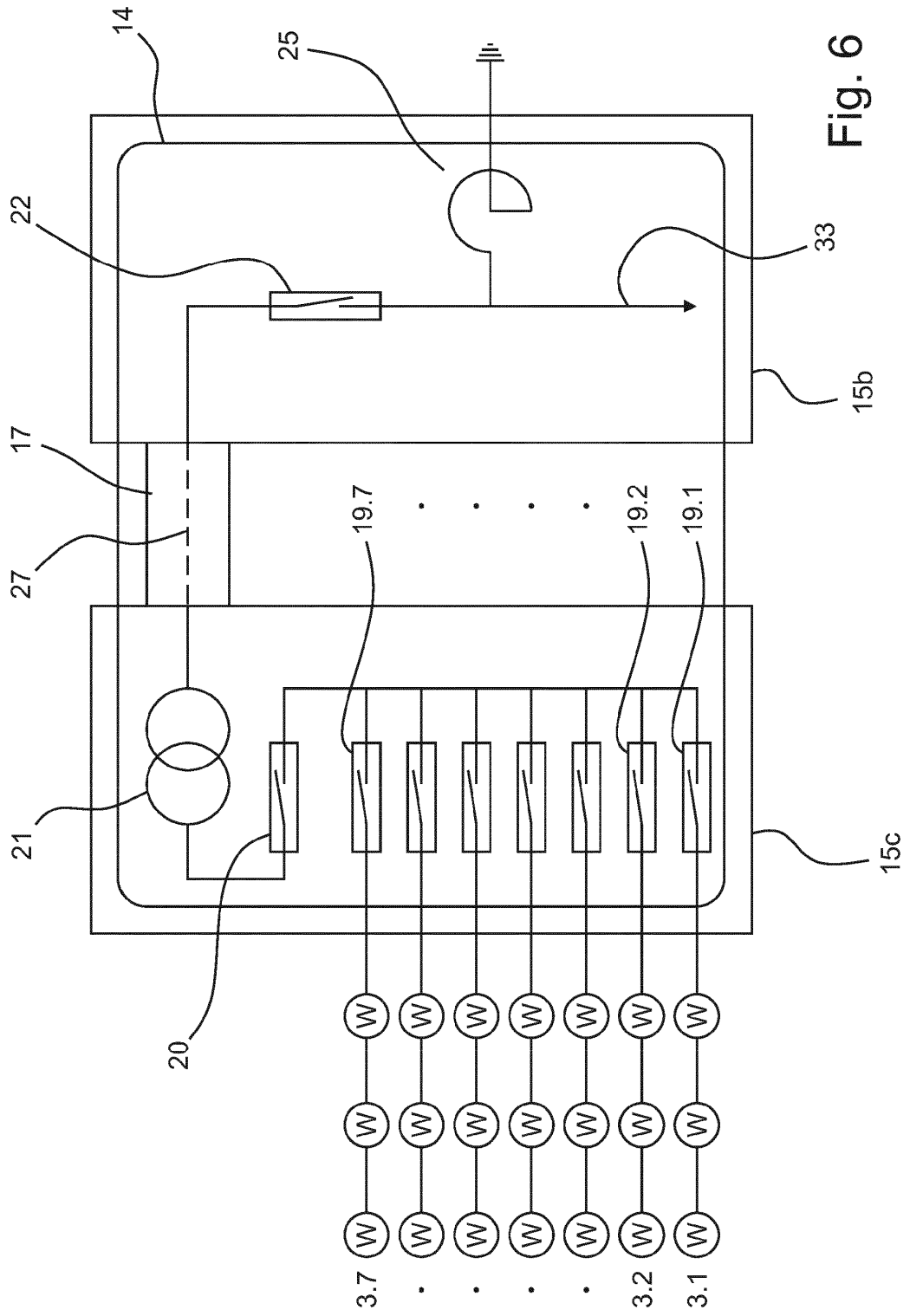


Fig. 6