

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 206**

51 Int. Cl.:

F03D 13/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2021 PCT/DK2021/050192**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.01.2022 WO22008015**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2021 E 21734048 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024 EP 4179203**

54 Título: **Aerogeneradores en alta mar y métodos de instalación de los mismos**

30 Prioridad:

10.07.2020 EP 20185137

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

22.10.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MICHALUK, SLAWOMIR y
HANSEN, THOR THIIM**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 983 206 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

Aerogeneradores en alta mar y métodos de instalación de los mismos

Campo técnico

5 La invención se refiere en general a aerogeneradores y, más particularmente, a aerogeneradores para instalación en alta mar y método de instalación de aerogeneradores en alta mar.

Antecedentes

10 Los aerogeneradores se usan para producir energía eléctrica usando un recurso renovable y sin quemar un combustible fósil. Generalmente, un aerogenerador convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Un aerogenerador de eje horizontal incluye una torre y una unidad de generación de energía colocada encima de la torre. La unidad de generación de energía incluye típicamente una góndola para alojar componentes mecánicos y eléctricos, tales como un generador, y un rotor acoplado operativamente a los componentes en la góndola a través de un eje principal que se extiende desde la góndola. El rotor, a su vez, incluye un buje central y una pluralidad de palas que se extienden radialmente desde el mismo y configuradas para interactuar con el viento para causar la rotación del rotor. El rotor está soportado sobre el eje principal, que está acoplado operativamente o bien directa o bien indirectamente con el generador que está alojado en el interior de la góndola. En consecuencia, a medida que el viento fuerza a las palas a girar, la energía eléctrica se produce por el generador. Los aerogeneradores se pueden construir en tierra o en alta mar.

15 El coste de instalación y mantenimiento de aerogeneradores en ubicaciones en alta mar es generalmente más alto que el de aerogeneradores en tierra comparables. Los costes más altos de las ubicaciones en alta mar se pueden compensar con la cantidad relativamente mayor de energía eólica disponible en el mar. Para producir un retorno de inversión favorable, las dimensiones de los aerogeneradores en alta mar son típicamente lo más grandes posible; por ejemplo, no son inusuales diámetros de rotor de 100 m a 150 m. De esta forma, el retorno de inversión se maximiza. Aún así, se requiere una planificación cuidadosa para la instalación en alta mar para mantener los costes de instalación y operativos al mínimo.

20 La construcción de un aerogenerador en alta mar comienza en instalaciones en tierra donde se completan algún ensamblaje previo y pruebas de componentes de un aerogenerador. Estas partes ensambladas previamente del aerogenerador se transportan luego por barco a la ubicación de instalación en alta mar. Una grúa en el barco de transporte eleva la torre, la góndola y el rotor/palas hasta su posición sobre una pieza de transición que se extiende por encima del nivel del mar. Por ejemplo, una técnica es unir dos de las palas al buje de rotor de la góndola en una configuración de oreja de conejo y unir una única pala a la torre por medio de un dispositivo de sujeción temporal. En la ubicación en alta mar, la góndola y la torre luego se conectan entre sí, y la pala unida a la torre se desconecta y luego se vuelve a conectar al buje de rotor. Son posibles otras disposiciones ensambladas previamente y técnicas de instalación.

25 Según cada técnica, la pieza de transición se instala generalmente con mucha antelación sobre un pilote de cimentación que se introduce en el fondo del mar y se extiende hasta por encima del nivel del mar. La pieza de transición se instala sobre el pilote de cimentación y se rellena con lechada en el lugar y así proporciona una estructura de soporte de carga a la que posteriormente se aseguran la torre de aerogenerador, la unidad de generación de energía y el rotor. La pieza de transición proporciona un punto de acceso para que el personal entre en el aerogenerador durante la instalación y mantenimiento. Por esa razón, la pieza de transición aloja equipamiento eléctrico de acuerdo con los requisitos del constructor. Debido a que el equipamiento se sitúa en la pieza de transición, es fácilmente accesible para el personal sin necesidad de subir a la torre de aerogenerador. El equipamiento en la pieza de transición se instala durante la instalación de la pieza de transición, pero típicamente no es utilizable hasta que la torre, la góndola y el rotor estén instalados de modo que la energía eléctrica esté disponible. No obstante, las piezas de transición se instalan con diversos componentes eléctricos. Estos componentes simplemente no son utilizables hasta que se completa la instalación de la torre de aerogenerador. Durante la instalación del aerogenerador, el equipamiento en la pieza de transición se conecta eléctricamente al aerogenerador. Luego, todo el equipamiento se prueba y se pone en servicio antes de la plena operación del aerogenerador. Si bien son posibles variaciones en la construcción, el ensamblaje final, pruebas y puesta en servicio de los componentes eléctricos, incluyendo el equipamiento eléctrico en la pieza de transición, tiene lugar en la ubicación en alta mar. Esta técnica requiere un tiempo considerable de personal y embarcaciones, lo que aumenta los costes de instalación y puesta en servicio en alta mar.

30 El documento EP3222848A1 describe un método para instalar un WTG en alta mar que comprende una torre sobre una pieza de transición, en donde un dispositivo de conmutación se sitúa en un contenedor instalado previamente en la pieza de transición, y otro dispositivo de conmutación se sitúa en la torre de modo que las pruebas eléctricas se realicen fuera del emplazamiento antes de la torre se transporte al emplazamiento en alta mar.

35 Si bien las técnicas anteriores generalmente son comercialmente exitosas, es deseable reducir el tiempo y los costes de la instalación en alta mar. Lo que se necesita son aerogeneradores en alta mar y métodos para su instalación que reduzcan tanto los costes de instalación como el tiempo de instalación.

Compendio

- Para estos y otros fines, se proporciona un método de instalación de un aerogenerador en una ubicación en alta mar. El aerogenerador incluye una unidad de generación de energía y una torre de aerogenerador a ser aseguradas a una pieza de transición instalada en la ubicación en alta mar. Antes de enviar la torre de aerogenerador y la unidad de generación de energía a la ubicación en alta mar, el método incluye acoplar eléctricamente uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos mediante uno o más cables a equipamiento eléctrico en la unidad de generación de energía o un maniquí de pruebas para ese equipamiento eléctrico en la unidad de generación de energía o a un equipamiento eléctrico en la torre de aerogenerador o un maniquí de pruebas para ese equipamiento eléctrico en la torre de aerogenerador. El uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos están configurados para ser unidos a la pieza de transición una vez que la torre de aerogenerador se asegura a la pieza de transición. El método incluye además pruebas y puesta en servicio en tierra de los dispositivos y/o sistemas eléctricos mientras que se acoplan eléctricamente a los cables. Y, antes del envío y después de las pruebas y la puesta en servicio, el método incluye almacenar los dispositivos y/o sistemas eléctricos y los cables unidos en el interior de la torre de aerogenerador.
- 5
- 10
- En una realización, después de instalar la torre de aerogenerador en la pieza de transición, el método incluye además extraer los dispositivos y/o sistemas eléctricos almacenados de la torre de aerogenerador y unir los dispositivos y/o sistemas eléctricos a la pieza de transición.
- 15
- En una realización, antes de almacenar los dispositivos y/o sistemas eléctricos, el método incluye además unir los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos en el interior de la torre de aerogenerador en una ubicación de almacenamiento/envío para proteger los cables y los dispositivos y/o sistemas eléctricos durante el envío.
- 20
- En una realización, después de la instalación de la torre de aerogenerador en la pieza de transición, el método incluye además separar los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos de la torre de aerogenerador y bajar los dispositivos y/o sistemas eléctricos desde la ubicación de almacenamiento/envío a una ubicación de instalación predeterminada en la pieza de transición sin desconectar los cables o bien de los dispositivos y/o sistemas eléctricos o bien de la unidad de generación de energía.
- 25
- En una realización, después de la instalación de la torre de aerogenerador en la pieza de transición, el método incluye además separar los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos de la torre de aerogenerador y bajar los dispositivos y/o sistemas eléctricos desde la ubicación de almacenamiento/envío hasta una ubicación de instalación predeterminada en la pieza de transición sin volver a probar y sin volver a poner en servicio los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos.
- 30
- En una realización, antes del almacenamiento, el método incluye enrollar los cables en una bobina.
- En una realización, después de la instalación de la torre de aerogenerador en la pieza de transición, el método incluye además unir los dispositivos y/o sistemas eléctricos a la pieza de transición.
- En una realización, después de las pruebas y la puesta en servicio, no se realizan pruebas ni puesta en servicio adicionales de los dispositivos y/o sistemas eléctricos antes de la operación del aerogenerador.
- 35
- En una realización, después de las pruebas y la puesta en servicio, los cables no se desconectan de los dispositivos y/o sistemas eléctricos.
- En una realización, el método incluye además enviar la torre y la unidad de generación de energía a la ubicación en alta mar con los dispositivos y/o sistemas eléctricos acoplados eléctricamente a la unidad de generación de energía y almacenados en la torre.
- 40
- En una realización, el método incluye además colocar los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos en un recinto repelente al agua.
- Según otro aspecto, un aerogenerador incluye una torre de aerogenerador y una unidad de generación de energía configuradas para ser instaladas en una pieza de transición en una ubicación en alta mar. El aerogenerador incluye además uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos acoplados eléctricamente a la unidad de generación de energía a través de uno o más cables. Los dispositivos y/o sistemas eléctricos y los cables se almacenan en la torre de aerogenerador para proteger los cables y los dispositivos y/o sistemas eléctricos durante el envío a la ubicación en alta mar. Los cables son lo suficientemente largos como para permitir que los dispositivos y/o sistemas eléctricos sean unidos a la pieza de transición sin desconectar los dispositivos y/o sistemas eléctricos de los cables.
- 45
- En una realización, los cables son al menos 3 m más largos que la longitud de la torre de aerogenerador.
- 50
- En una realización, el aerogenerador incluye además un recinto repelente al agua, y los cables y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos se almacenan en el recinto repelente al agua.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan, que se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran una o más realizaciones de la invención y, junto con una descripción general de la invención dada anteriormente, y la descripción detallada dada a continuación, explican la invención.

5 La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un aerogenerador que tiene una torre de aerogenerador y una unidad de generación de energía instaladas en una ubicación en alta mar;

La Fig. 2 es una vista en perspectiva en sección parcial de una pieza de transición en la que se instala una torre de aerogenerador según realizaciones de la invención;

La Fig. 3 es una vista en perspectiva en sección parcial de una pieza de transición alternativa en la que se instala una torre de aerogenerador según realizaciones de la invención;

10 La Fig. 4 es una vista en sección transversal de la pieza de transición de la Fig. 2 tomada a lo largo de la sección 4-4 que muestra la instalación de una torre de aerogenerador;

La Fig. 5 es una vista en sección transversal de la pieza de transición de la Fig. 3 tomada a lo largo de la sección 4-4 que muestra la instalación de una torre de aerogenerador.

Descripción detallada

15 Para esos y otros fines y con referencia a la Fig. 1, una realización ejemplar de la invención incluye instalar un aerogenerador, tal como el aerogenerador 10, en una ubicación en alta mar. Como se muestra, el aerogenerador 10 incluye una pieza de transición 12 que se extiende desde un pilote de cimentación (no mostrado) asegurado en el fondo del océano hasta una ubicación por encima del océano 14. Una unidad de generación de energía 16 se eleva por encima de la pieza de transición 12 mediante una torre de aerogenerador 18. Durante la instalación, la torre de aerogenerador 18 se asegura a la pieza de transición 12 en un extremo con la unidad de generación de energía 16 en el otro extremo de la torre de aerogenerador 18. Según realizaciones de la invención, para reducir el tiempo de pruebas y puesta en servicio durante la instalación en alta mar del aerogenerador 10, algunas o todas las pruebas eléctricas y la puesta en servicio del aerogenerador 10 se completan en tierra. Generalmente, la puesta en servicio ocurrirá antes de las pruebas. Por ejemplo, la puesta en servicio puede incluir la verificación de las terminaciones de los cables, lo que generalmente ocurre antes de probar el funcionamiento del equipamiento.

20 Una vez que todo el equipamiento eléctrico se pone en servicio y se prueba en tierra, durante la instalación de la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16 en la ubicación en alta mar en una pieza de transición, se requiere poca o ninguna puesta en servicio o pruebas de los componentes eléctricos. Se contempla, no obstante, que una verificación final de la torre de aerogenerador 18 y unidad de generación de energía 16 se requerirá una vez que estos componentes estén acoplados entre sí, ya sea que ocurra en alta mar o en tierra. Sin embargo, el tiempo desde la instalación hasta la operación del aerogenerador 10 se reduce realizando la puesta en servicio y las pruebas en tierra. A este respecto, la mayor parte, si no todo, el equipamiento que se encuentran en la pieza de transición 12 después de la instalación está acoplado eléctricamente a la unidad de generación de energía 16 y/o a la torre de aerogenerador 18. Esta disposición elimina volver a poner en servicio y volver a probar después de la instalación de la torre 18 y/o la unidad de generación de energía 16. Este tipo de instalación de enchufar y usar de equipamiento de la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16 después de la colocación en la pieza de transición 12 reduce los costes asociados con el uso de embarcaciones de transporte, porque reduce el uso de embarcaciones y reduce ventajosamente los costes generales de instalación.

30 Con ese fin y con referencia a las Fig. 1 y 2, la unidad de generación de energía 16 incluye las partes del aerogenerador 10 que transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica. A este respecto, la unidad de generación de energía 16 incluye típicamente un alojamiento o góndola 20 y un rotor 22 que tiene una pluralidad de palas 26 (por ejemplo, tres palas) montadas en el buje central 30 y que se extiende radialmente desde el mismo y un generador (no mostrado) para convertir energía mecánica en energía eléctrica. Las palas de aerogenerador 26 interactúan con el viento para hacer girar el generador. La unidad de generación de energía 16 puede incluir además un tren de transmisión (no mostrado), que incluye una disposición de engranajes, que interconecta el rotor 22 y el generador. El generador y una parte sustancial del tren de transmisión se pueden colocar en el interior de la góndola 20 del aerogenerador 10. Además, aunque no se muestra, la torre de aerogenerador 18 puede ser modular e incluir múltiples secciones que se ensamblan de extremo a extremo para formar colectivamente la torre de aerogenerador 18.

40 Además del generador, la góndola 20 típicamente aloja equipamiento y componentes eléctricos diversos requeridos para convertir la energía eólica en energía eléctrica y diversos componentes necesarios para operar, controlar y optimizar el rendimiento del aerogenerador 10. El generador en la góndola 20, mientras que produce energía eléctrica para distribución comercial, también proporciona la energía eléctrica para la operación del aerogenerador 10, incluyendo alimentar eléctricamente los componentes diversos en la góndola 20.

55 Con referencia continuada a las Figs. 1 y 2, en una ubicación por encima del océano 14, la pieza de transición 12 proporciona una plataforma externa 32 que proporciona un nivel de acceso a través del cual el personal puede entrar y salir del interior de la torre de aerogenerador 18. Aunque no se muestra, la torre de aerogenerador 18

incluye una escalera interna mediante la cual el personal puede acceder al equipamiento en el interior de la góndola 20. Como se muestra en la Fig. 1, la abertura 34 puede incluir una puerta. Una escalera externa 36 es accesible desde la plataforma 32 y se extiende hasta el océano 14. De esta forma, la plataforma 32 es alcanzable a través de la escalera 36 desde un barco atracado en un embarcadero (no mostrado). La pieza de transición 12 también puede incluir una o más plataformas internas 40 y escaleras internas (no mostradas). Las escaleras internas pueden descender hacia el océano 14 para acceder a una o más plataformas inferiores adicionales. Como se describe a continuación, el equipamiento para el mantenimiento y operación del aerogenerador 10 se puede situar en la plataforma interna 40, en una o más de las plataformas inferiores adicionales (por ejemplo, plataforma de trabajo superior, plataforma de apartamiento, plataforma hermética, plataforma de trabajo inferior), o en el espacio encerrado por la plataforma interna 40 y la torre de aerogenerador 18 después de la instalación de la torre de aerogenerador 18.

Las realizaciones de la invención no se limitan a la pieza de transición 12 mostrada y descrita con respecto a la Fig. 2. Se pueden utilizar otras piezas de transición ejemplares en la construcción del aerogenerador 10 y de acuerdo con las realizaciones de la invención. Se puede hacer referencia a otra pieza de transición ejemplar de este tipo como pieza de transición extendida 42 y se muestra en la Fig. 3. La pieza de transición extendida 42 incluye características similares a las de la pieza de transición 12. A este respecto, la pieza de transición extendida 42 incluye una plataforma externa 44 y una plataforma interna 46 y puede incluir una o más escaleras internas (no mostradas) y plataformas inferiores adicionales, pero difiere de la pieza de transición 12 en una sección extendida 50 por encima de la plataforma 46. Como se muestra en la Fig. 3, la torre de aerogenerador 18 se asegura a la sección extendida 50 en lugar de en la elevación de la plataforma 32 mostrada, por ejemplo, en la Fig. 2. Como se describe a continuación, la sección extendida 50 puede alojar el equipamiento eléctrico necesario para la operación del aerogenerador 10.

Con respecto a cada una de las piezas de transición 12 y 42, durante la instalación del aerogenerador 10, no es inusual que la pieza de transición 12, 42 se instale por adelantado (por ejemplo, hasta 12 meses, pero normalmente de 3 a 6 meses) de la instalación de la torre de aerogenerador 18, la góndola 20 y el rotor 22. Según se instala, y sin el resto del aerogenerador 10, la pieza de transición 12, 42 está sin energía. En otras palabras, la pieza de transición 12, 42 carece de una fuente de energía eléctrica. Además, como se muestra en las Figs. 2 y 3, en una realización, la pieza de transición 12, 42 no incluye ningún equipamiento eléctrico. Por ejemplo, la pieza de transición 12, 42 puede no incluir ningún componente eléctrico en la sección extendida 50, en la plataforma interna 40, 46 y/o en la plataforma externa 32, 44.

Durante la instalación de la pieza de transición 12, 42, el equipamiento necesario para la operación del aerogenerador 10 no se instala en la pieza de transición 12, 42. Por ejemplo, en el momento de la instalación de la pieza de transición 12, 42 y antes de la instalación de la torre de aerogenerador 18, ausente de la pieza de transición 12, 42 está uno o más de: detectores de humo, diversos sensores (por ejemplo, humedad, temperatura y apertura/cierre de puerta para la puerta 34), Sistemas de Monitorización de Condición (CMS), equipamiento/sensores de medición de carga, tomas de corriente, luces e interruptores de luz, caja de control de grúa (por ejemplo, para grúa pescante), caja de control de ayudas a la navegación, dispositivos de control de clima (por ejemplo, deshumidificadores), punto de acceso WIFI, caja de Protección contra Sobretensión (OVP), teléfonos de Internet, un sistema de comunicación (por ejemplo, TETRA, VHF/UHF), caja de bloqueo y etiquetado para un ascensor (no mostrado), un armario de Interfaz Hombre-Máquina (HMI) (que incluye un interruptor de luz, parada de emergencia, y conexión para caja colgante, por nombrar solamente unos pocos. Ventajosamente, la falta de estos dispositivos/sistemas en la pieza de transición 12, 42 elimina el coste asociado con la construcción e instalación de la pieza de transición 12, 42. La ausencia de equipamiento en el momento de la instalación de la pieza de transición 12, 42 reduce la necesidad de proteger ese equipamiento del entorno durante un período intermedio entre la instalación de la pieza de transición 12, 42 y la instalación de la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16. Debido a que el entorno oceánico es duro para el equipamiento, se evita el deterioro prematuro del equipamiento en la pieza de transición 12, 42. Hay otras ventajas asociadas con la falta de equipamiento en la pieza de transición 12, 42. Estas pueden incluir evitar la necesidad de inspeccionar el equipamiento durante la instalación y pruebas de torre y evitar el inicio de cualquier período de garantía iniciado generalmente tras la instalación de equipamiento.

No obstante, una vez que se construye el aerogenerador 10, la pieza de transición 12, 42 puede incluir uno o más de esos dispositivos y/o sistemas de modo que estos dispositivos y/o sistemas sean accesibles y operativos en la pieza de transición 12, 42, por ejemplo, o bien desde la plataforma externa 32, 44 o bien desde la plataforma interna 40, 46. Con ese fin, uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos se acoplan eléctricamente al aerogenerador 10, por ejemplo, al generador en la góndola 20, durante el ensamblaje previo en una ubicación en tierra. Estos dispositivos y/o sistemas eléctricos se indican de manera general con el número 52 en las Figs. 4 y 5 e incluyen, pero no se limitan a, detectores de humo, disyuntores eléctricos, armarios de control, sensores (por ejemplo, humedad, temperatura y apertura/cierre de puerta para la puerta 34), Sistemas de Monitorización de Condición (CMS), equipamiento/sensores de medición de carga, tomas de corriente, luces e interruptores de luz, caja de control de grúa (por ejemplo, para grúa pescante), caja de control de ayudas a la navegación, dispositivos de control climático (por ejemplo, aire acondicionado y/o deshumidificador), punto de acceso WIFI, caja de Protección contra Sobretensión (OVP), teléfonos de Internet, un sistema de comunicación (por ejemplo, TETRA, VHF/UHF), caja de bloqueo y etiquetado para un ascensor (no mostrada), un armario de Interfaz Hombre-Máquina (HMI) (que incluye

un interruptor de luz, parada de emergencia y conexión para caja colgante) y sistemas de seguridad. Los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se acoplan a través de cables 54 según sea necesario para la operación del aerogenerador 10 y se prueban y ponen en servicio en tierra antes del envío. Los cables 54 son cables eléctricos que funcionan como conductos para electricidad o señales electrónicas para comunicación electrónica entre dos dispositivos. Por ejemplo, los cables 54 se pueden acoplar a un controlador de torre (no mostrado) en la torre de aerogenerador 18 y al equipamiento eléctrico que está destinado a ser colocado en la pieza de transición 12, 42 durante la instalación de la torre 18. El controlador de torre se puede acoplar eléctricamente al generador. El controlador de torre y la conexión de equipamiento eléctricos se pueden poner en servicio y probar mientras que están en tierra. Se apreciará que las pruebas y la puesta en servicio dependerán del equipamiento específico y de qué otro equipamiento se pueda acoplar. Parte de la puesta en servicio es terminar las terminaciones/conexiones de cable a cada componente. La puesta en servicio puede ser de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Las pruebas pueden incluir, a modo de ejemplo solamente, verificar las conexiones de cables adecuadas; dar energía al equipamiento de una manera controlada y ordenada; encontrar defectos; resolución de problemas; pruebas funcionales (por ejemplo, de paneles de control); pruebas de señal; y pruebas de comunicación. De este modo, en una realización, el sistema eléctrico del aerogenerador 10 está operativo antes de enviarlo a la ubicación en alta mar. Por ejemplo, el generador y la electrónica en la góndola 20 están conectados eléctricamente a dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 que se han de instalar en o sobre la pieza de transición 12, 42. Esas conexiones se hacen antes de enviarlos a la ubicación en alta mar. En lugar de acoplarse eléctricamente al equipamiento eléctrico en la unidad de generación de energía 16 y/o al equipamiento eléctrico en la torre de aerogenerador 18 para su puesta en servicio y pruebas, el equipamiento eléctrico se puede acoplar a un maniquí de pruebas equivalente para una o ambas de la unidad de generación de energía 16 y la torre de aerogenerador 18. Tal maniquí de pruebas puede ser un contenedor de pruebas que incluye o simula el equipamiento eléctrico que se encuentra en una o ambas de la unidad de generación de energía 16 y/o la torre de aerogenerador 18. De esta forma, el equipamiento se prueba eléctricamente y se pone en servicio antes del envío de la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16 incluso aunque los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 no estén acoplados a la unidad de generación de energía y/o la torre de aerogenerador específicas que se ha de instalar. Una vez puesto en servicio y probado, el equipamiento eléctrico se puede desconectar y enviar.

Una vez en la ubicación en alta mar, la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16 se instalan con equipamiento eléctrico ya puesto en servicio, incluyendo el equipamiento necesario para equipar la pieza de transición 12. Una vez que la torre de aerogenerador 18 está acoplada a la pieza de transición 12, 42, el equipamiento se baja desde la torre de aerogenerador 18 y se acopla en posición en la pieza de transición 12, 42. Después de la instalación de la torre 18, el equipamiento eléctrico se puede instalar y enchufar en sus respectivos componentes, ya sea que la conexión sea a equipamiento en la unidad de generación de energía 16 y/o en la torre de aerogenerador 18. En ese momento, el equipamiento está operativo porque fue puesto en servicio y probado previamente en la ubicación en tierra. Durante la instalación, según realizaciones de la invención, se requiere poca o ninguna prueba eléctrica o puesta en servicio de estos dispositivos y/o sistemas eléctricos 52. En ese caso, una vez que la torre de aerogenerador 18 y la unidad de generación de energía 16 están en su posición, los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 están completos y son funcionales.

Esto se muestra de manera general con referencia a la Fig. 4. Después de las pruebas en tierra, los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 (mostrados como cajas en línea de trazos), incluyendo los cables 54 unidos, se aseguran dentro de la torre 18 en ubicaciones adyacentes a un extremo 56 de la torre de aerogenerador 18, tal como debajo de una plataforma más cerca del extremo 56 o en una plataforma (no mostrada) después de que se pasa a través de una abertura en la plataforma. Las aberturas en la plataforma pueden ser escaleras de cables dedicadas adyacentes a lo largo de la pared de torre o para uso con una grúa interna. El tamaño de la abertura en la plataforma está determinado por el artículo más grande que se pretende que se pase a través de ella. Para aberturas grandes, tales como para uso con una grúa, se puede colocar una placa de cubierta sobre la abertura una vez que el artículo se transfiere a través de la abertura. A modo de ejemplo, uno o ambos cables 54 y los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se pueden asegurar temporalmente a la torre 18 mediante imanes o sujetadores temporales, tal como después de que se pasen a través de una abertura. Los cables 54 y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se pueden colocar en un recinto repelente al agua 58, tal como una bolsa hermética. De esta forma, los cables 54 y los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se protegen de daños involuntarios durante el transporte e instalación de la torre 18 en la pieza de transición 12, 42. Aunque no se muestra, cada cable 54 puede ser un mazo de cables con varios cables eléctricos para conectar el generador en la góndola 20 al equipamiento a ser instalado en la pieza de transición 42, por ejemplo, en la sección extendida 50 o en la plataforma interna 46. El mazo también puede incluir uno o más cables de baja tensión para alimentar equipamiento auxiliar en el interior de la góndola, tal como circuitos de iluminación, y uno o más cables de datos para comunicación electrónica entre dos dispositivos. Se apreciará que, aunque no se muestra, la misma disposición se aplica a la pieza de transición 12, mostrada en la Fig. 2, particularmente para la conexión de equipamiento a la plataforma interna 40. Además, aunque no se muestra, el equipamiento que se ha de unir a la plataforma externa 32, 44 también se puede probar y luego acoplar a la torre de aerogenerador 18 antes del envío. Y, aún más, el equipamiento que se ha de unir a la pieza de transición 12, 42 en una plataforma inferior debajo de la plataforma interna 40, 46 se puede probar y luego acoplar a la torre de aerogenerador 18 antes del envío.

5 En una realización, los cables 54 se pueden unir en un extremo a un componente eléctrico en la góndola 20 y son continuos a los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52. Es decir, los cables 54 carecen de un acoplamiento o empalme eléctrico entre sus dos extremos. Como alternativa, el cable 54 puede estar a partir de un punto de conexión en o cerca de la plataforma más baja de la torre 18. Esta conexión puede ser por medio de un enchufe de modo que se pueda desenchufar mientras que los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se bajan a sus respectivas posiciones en la pieza de transición 12, 42 y luego se vuelven a enchufar. En una realización, los cables 54 son más largos que la altura de la plataforma más baja en la torre 18 desde el extremo 56 en al menos una longitud igual o mayor que la distancia entre una ubicación de almacenamiento/envío, indicada por el número 62 en la Fig. 4, hasta el punto de unión sobre o en la pieza de transición 12, 42, indicada por el número 64 en la Fig. 5. A modo de ejemplo solamente, y sin limitación, los cables 54 pueden ser de 10 m a 30 m de largo desde el punto de conexión más cercano al extremo 56 adyacente al punto de unión en la pieza de transición 12, 42. Sin que se limite a esto, se cree que la longitud del cable 54 se debería minimizar (por ejemplo, no más de 10 m) y las longitudes de cable que superen los 50 m pueden causar problemas de manejo.

15 Como se muestra en la Fig. 4, los cables 54 se pueden enrollar en una bobina y unir temporalmente a la torre 18. De este modo, después de las pruebas y la puesta en servicio antes del envío, después de la instalación de la torre de aerogenerador 18, los cables 54 permanecen conectados a los respectivos dispositivos y/o sistemas eléctricos 52. No hay necesidad de desacoplar los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 de los cables 54 y luego volver a conectar los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52. Los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 cambian de ubicación desde la torre 18 hasta la pieza de transición 12, 42. Es decir, los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se mueven desde la ubicación de envío/almacenamiento mostrada en la Fig. 4 hasta una ubicación en la pieza de transición 12, 42 mostrada en la Fig. 5.

20 Con referencia a la Fig. 5, una vez que la torre de aerogenerador 18 se asegura a la pieza de transición 12, 42, los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se pueden separar de sus ubicaciones en la torre de aerogenerador 18 y bajar (como se indica de manera general por la flecha 60) para ser acoplados a la pieza de transición 12, 42 en una ubicación de instalación predeterminada. Bajar los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 se pueden facilitar mediante el uso de una red mediante la cual se pueden bajar simultáneamente grupos de dispositivos y/o sistemas eléctricos 52. El equipamiento que se ha de unir a la plataforma externa 32, 44 también se puede colocar en esa ubicación. A modo de ejemplo, aunque no se muestra, el equipamiento que se puede unir a la plataforma externa 32, 44 puede incluir una grúa e iluminación (por ejemplo, de inundación y de navegación) y otro equipamiento para facilitar la instalación y mantenimiento del aerogenerador 10. Una vez unidos, los dispositivos y/o sistemas eléctricos 52 están listos para ser alimentados con energía eléctrica desde la unidad de generación de energía 16.

35 Como ejemplo profético, se puede dedicar un detector de humo para unión a la pieza de transición. No obstante, el detector de humo no se instala en la pieza de transición. En su lugar, el detector de humo se acopla eléctricamente al resto de sistemas de seguridad en la torre y a la unidad de generación de energía. El detector de humo se asegura en un controlador de torre inferior del generador de aerogenerador con un cable más largo. Una vez que se completan las pruebas y se comprueba el sistema de seguridad, incluyendo el detector de humo, el detector de humo se enrolla debajo de una plataforma en la torre de modo que se pueda bajar a los cimientos y unir con imanes a la pieza de transición después de la torre esté instalada en la pieza de transición.

40 Como otro ejemplo profético, se necesita un panel de HMI de unidad de generación de energía en un nivel de entrada de la pieza de transición para controlar la unidad de generación de energía. El panel de HMI se termina en un controlador de torre inferior de la unidad de generación de energía con un cable más largo. Este panel de HMI se prueba en tierra como parte de la prueba I/O/LTPU. Luego, una vez que se completan las pruebas, el panel de HMI y el cable se enrollan debajo de una plataforma en la torre de modo que se pueda bajar a la pieza de transición y unir con imanes.

45 El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de instalación de un aerogenerador (10) en una ubicación en alta mar, el aerogenerador (10) que incluye una torre de aerogenerador (18) y una unidad de generación de energía (16), la torre de aerogenerador (18) está configurada para ser asegurada a una pieza de transición (12, 42) en la ubicación en alta mar, el método que comprende:
- antes de enviar la torre de aerogenerador (18) y la unidad de generación de energía (16) a la ubicación en alta mar, acoplar eléctricamente uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) mediante uno o más cables (54) a equipamiento eléctrico en la unidad de generación de energía (16) o maniquí de pruebas o equipamiento eléctrico en la torre de aerogenerador (18) o un maniquí de pruebas;
- 10 probar y poner en servicio los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) mientras que se acoplan eléctricamente a los cables (54); y
- antes del envío y después de las pruebas y la puesta en servicio, almacenar los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) y cables (54) unidos, en el interior de la torre de aerogenerador (18),
- 15 el método que se caracteriza por que uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) están configurados para ser unidos a la pieza de transición (12, 42) una vez que la torre de aerogenerador (18) se asegura a la pieza de transición (12, 42).
2. El método según la reivindicación 1, que incluye además, después de instalar la torre de aerogenerador (18) en la pieza de transición (12, 42), retirar los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) almacenados de la torre de aerogenerador (18), y unir los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) a la pieza de transición (12, 42).
- 20 3. El método según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde antes de almacenar, el método incluye además unir los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) en el interior de la torre de aerogenerador (18) en una ubicación de almacenamiento/envío para proteger los cables (54) y los dispositivos y/o sistema eléctricos (52) durante el envío.
4. El método según la reivindicación 3, en donde después de la instalación de la torre de aerogenerador (18) sobre la pieza de transición (12, 42), el método incluye además separar los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) de la torre de aerogenerador (18) y bajar los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) desde la ubicación de almacenamiento/envío hasta una ubicación de instalación predeterminada en la pieza de transición (12, 42) sin desconectar los cables (54) ni de los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) ni de la unidad de generación de energía (16).
- 25 5. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde después de la instalación de la torre de aerogenerador (18) en la pieza de transición (12, 42), el método incluye además separar los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) de la torre de aerogenerador (18) y bajar los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) desde la ubicación de almacenamiento/envío hasta un lugar de instalación predeterminado en la pieza de transición (12, 42) sin volver a probar y sin volver a poner en servicio los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52).
- 30 6. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde antes de almacenar, el método incluye enrollar los cables (54) en una bobina.
7. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde después de la instalación de la torre de aerogenerador (18) en la pieza de transición (12, 42), el método incluye además unir los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) a la pieza de transición (12, 42).
- 40 8. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde después de las pruebas y la puesta en servicio, no se realizan pruebas ni puesta en servicio adicionales de los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) antes de la operación del aerogenerador (10).
9. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde después de las pruebas y la puesta en servicio, los cables (54) no se desconectan de los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52).
- 45 10. El método según cualquier reivindicación anterior, que incluye además enviar la torre (18) y la unidad de generación de energía (16) a la ubicación en alta mar con los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) acoplados eléctricamente a la unidad de generación de energía (16) y almacenados en la torre (18).
11. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde almacenar incluye además colocar los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) en un recinto repelente al agua (58).
- 50 12. Un aerogenerador (10) que comprende:

una torre de aerogenerador (18) y una unidad de generación de energía (16) configuradas para ser instaladas en una pieza de transición (12, 42) en una ubicación en alta mar; y

uno o más dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) acoplados eléctricamente a la unidad de generación de energía (16) a través de uno o más cables (54),

5 en donde los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) y los cables (54) se almacenan en la torre de aerogenerador (18) para proteger los cables (54) y los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) durante el envío a la ubicación en alta mar, y

10 caracterizado por que los cables (54) son lo suficientemente largos para permitir que los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) sean unidos a la pieza de transición (12, 42) sin desconectar los dispositivos eléctricos y/o sistemas (52) de los cables (54).

13. El aerogenerador (10) de la reivindicación 12, que incluye además un recinto repelente al agua, los cables (54) y/o los dispositivos y/o sistemas eléctricos (52) que se almacenan en el recinto repelente al agua (58).

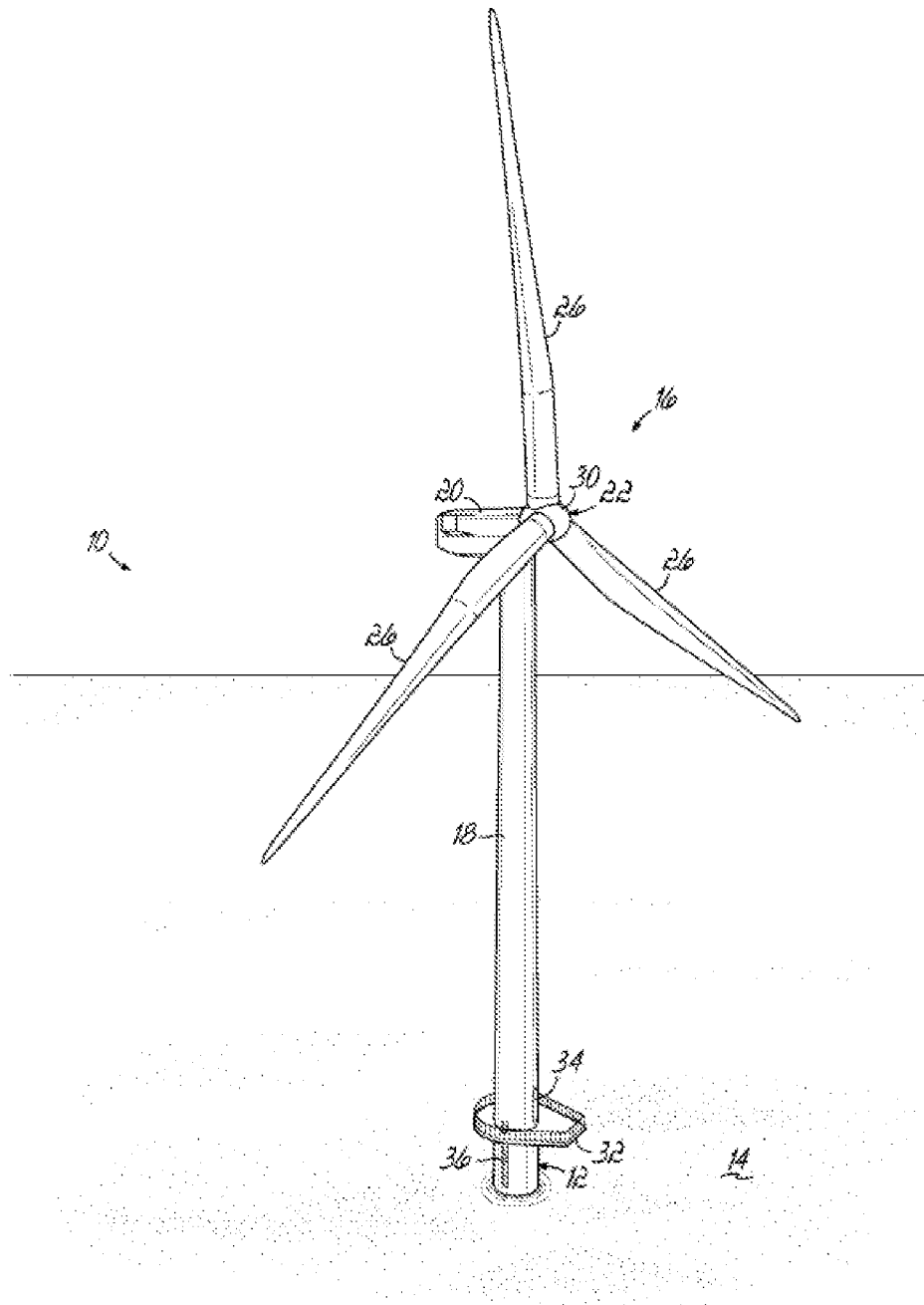


FIG. 1

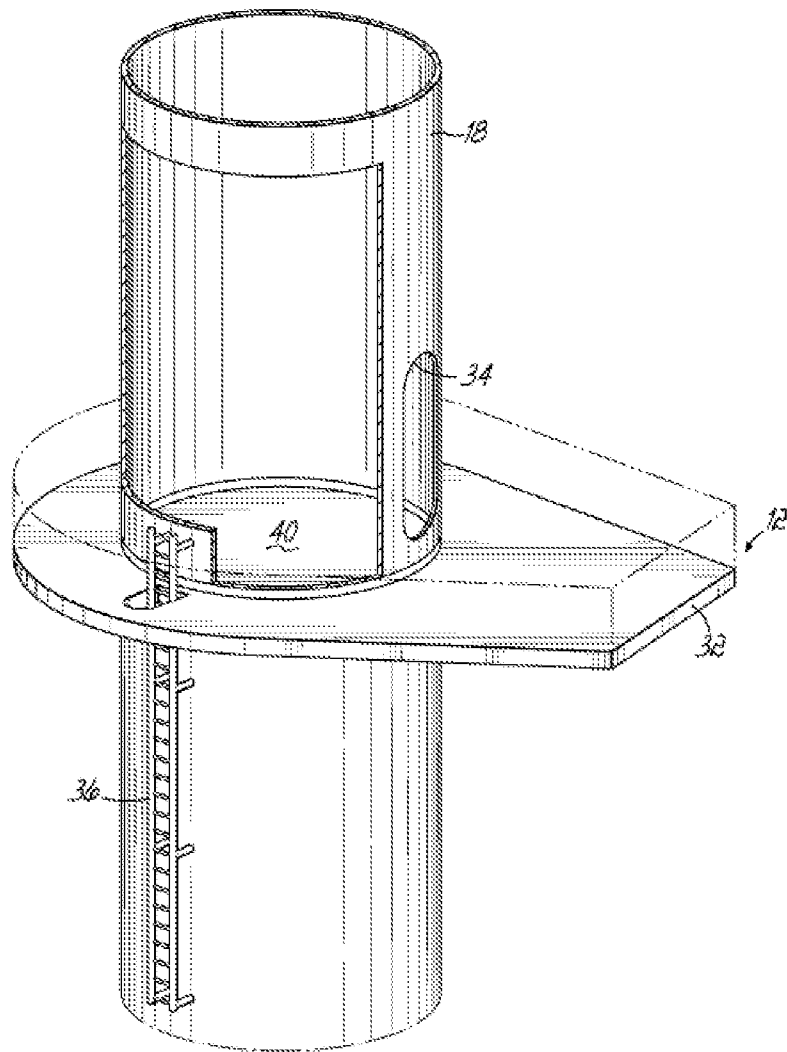


FIG. 2

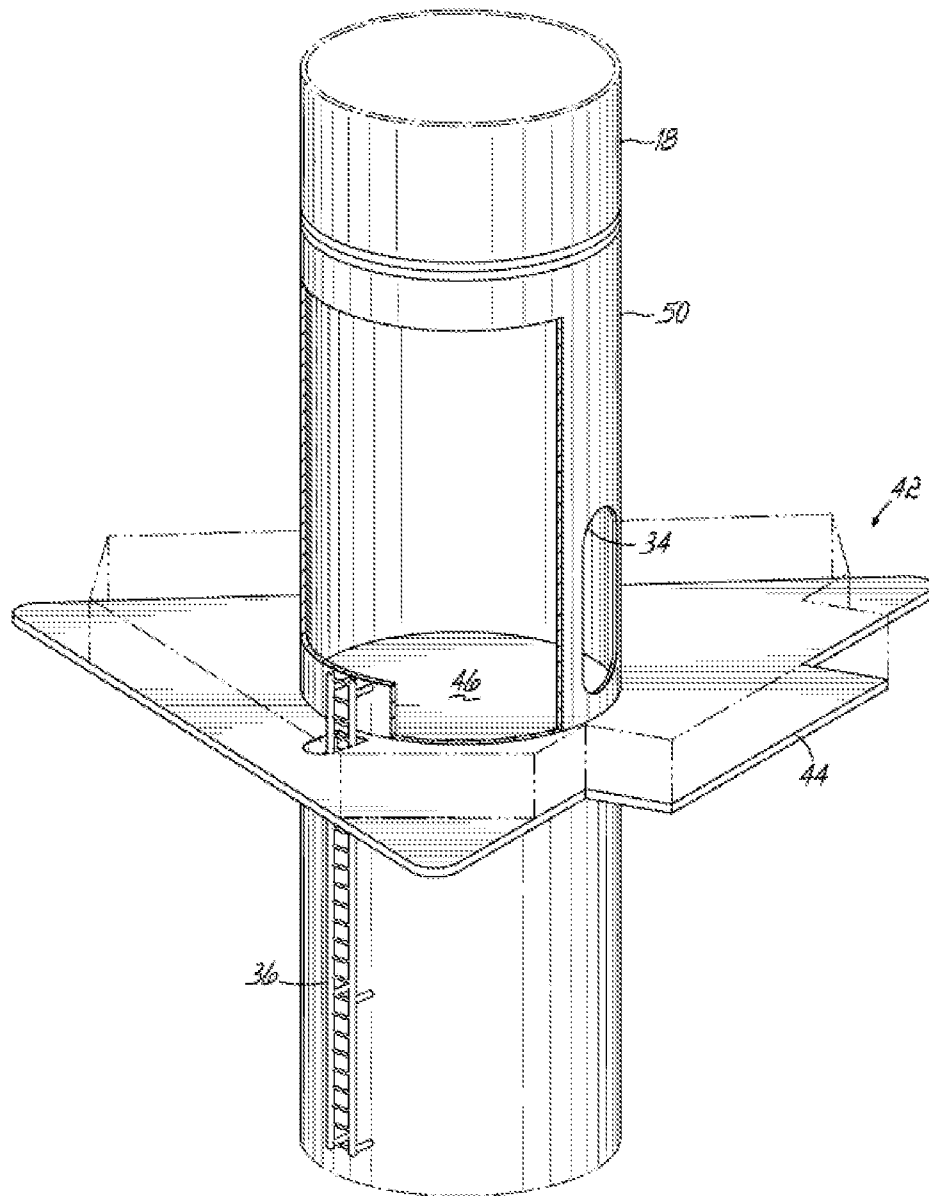


FIG. 3

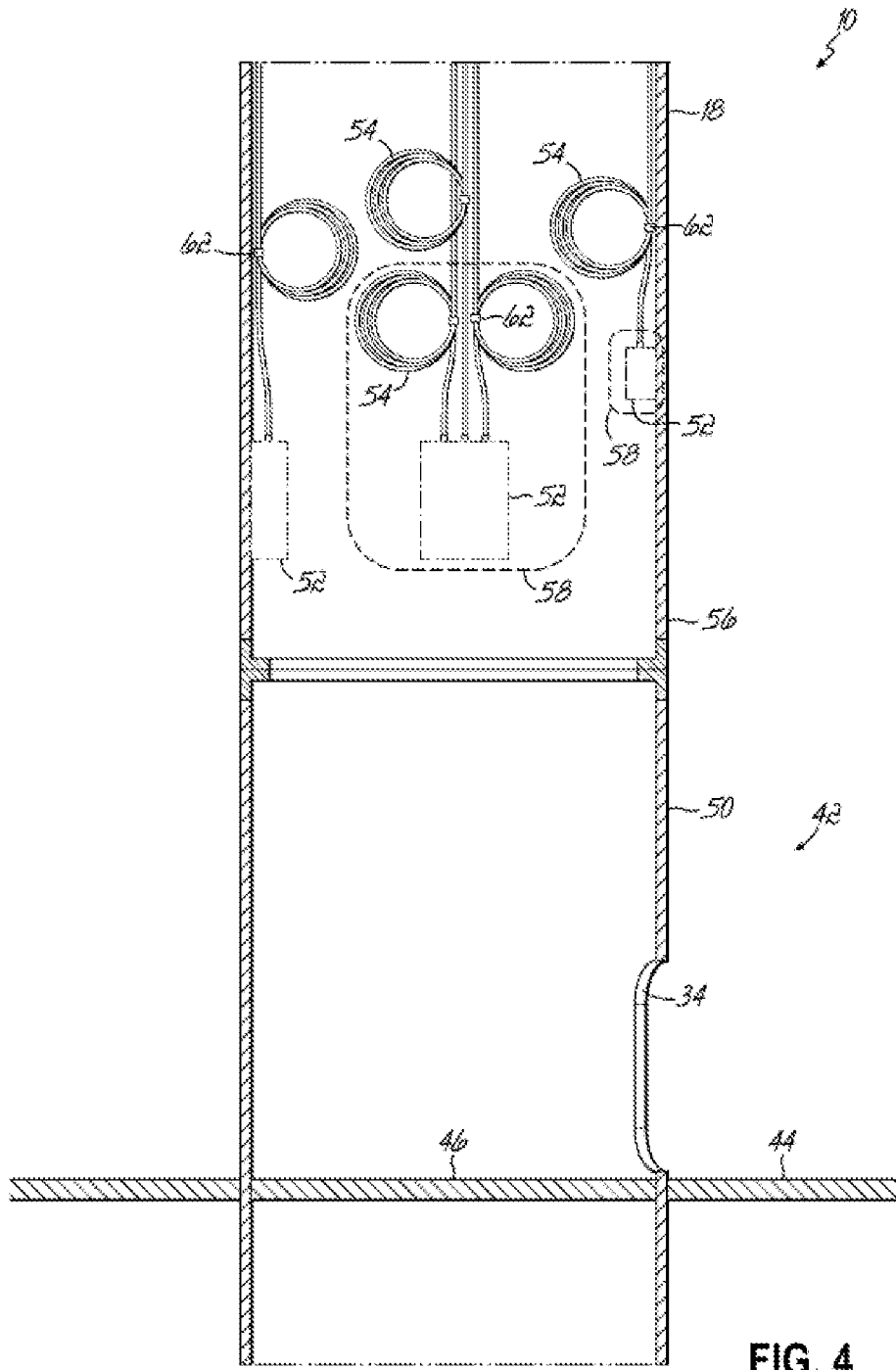


FIG. 4

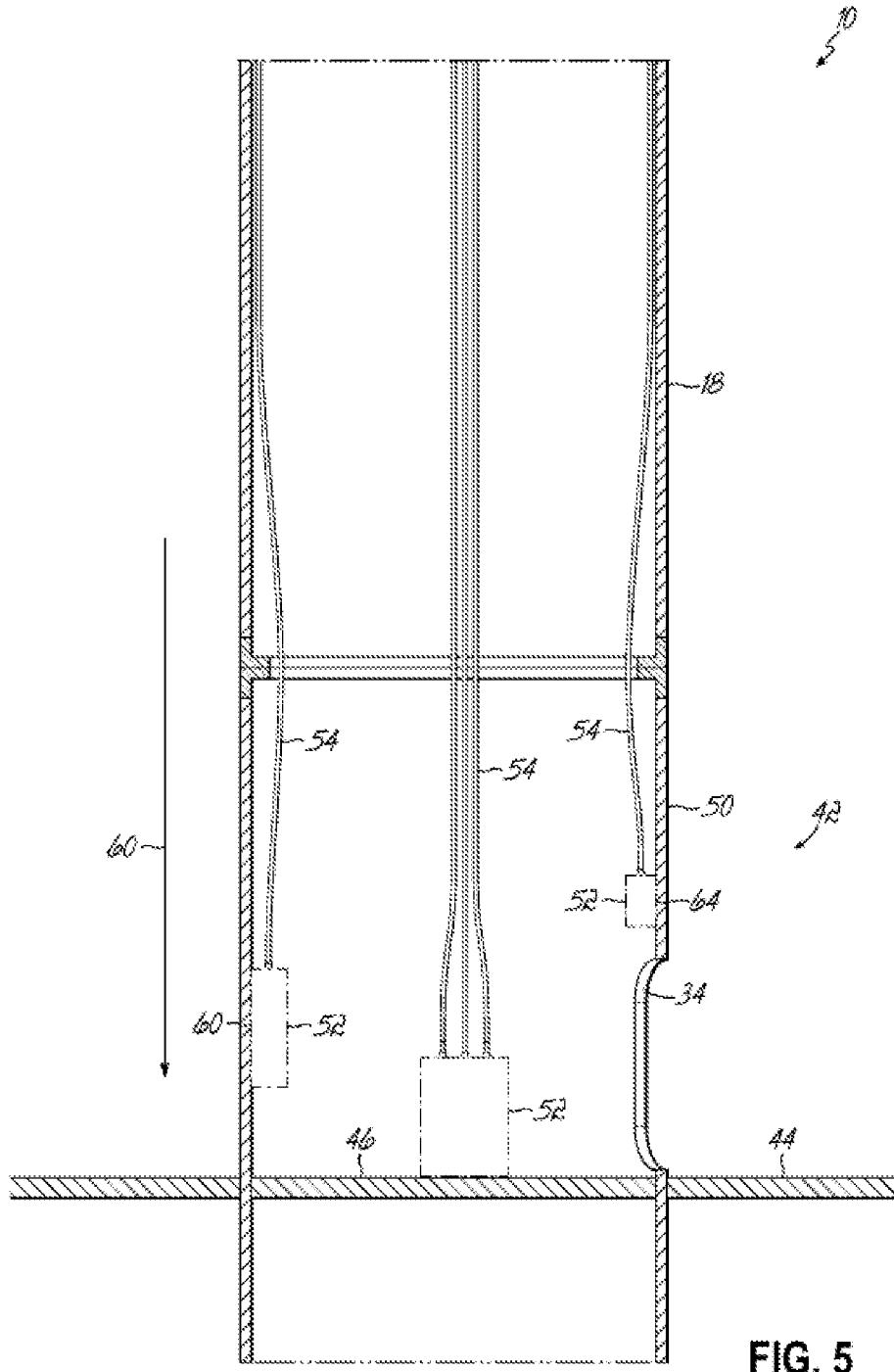


FIG. 5