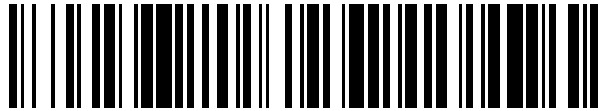


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 453**

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10734368 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2440708**

54 Título: **Cimentación para torre en mar abierto**

30 Prioridad:

12.06.2009 NO 20092283

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2016

73 Titular/es:

**SEATOWER AS (100.0%)
Bogstadveien 27b
0355 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

RAMSLIE, SIGURD

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 564 453 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

Cimentación para torre en mar abierto

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a dispositivos para la instalación sobre un lecho marino en un cuerpo de agua. Más específicamente, la invención se refiere a una estructura para una instalación sobre lecho marino, para soportar turbinas eólicas en mar abierto.

La invención también se refiere a una disposición de líneas de amarre con unos medios para líneas de amarre, que tensan y alinean la estructura de soporte con la vertical.

Antecedentes de la invención

10 En las patentes noruegas NO326937 y NO326904 se describe una torre arriostrada completa para soportar turbinas eólicas en mar abierto. En una operación, se levanta toda la estructura. Sin embargo, debido a su altura, estas estructuras no pueden volcarse solo mediante un lastrado. En primer lugar, es necesario desembarcarlas con su extremo inferior sobre una base de cimentación que proporciona una reacción al volcado logrado por una fuerza externa ejercida, por ejemplo, por un buque de remolque/instalación. Además, estas publicaciones no proporcionan los medios para un importante prerrequisito para un comportamiento dinámico satisfactorio en zonas de agua con olas, es decir, el tensado de las líneas de amarre.

20 Las tecnologías conocidas para tensar las líneas de amarre y fijarlas de manera permanente en un estado tensado se basan en el uso de segmentos de cadena y topes de cadena. La principal desventaja que muestra esta tecnología para sistemas de amarre tesados, es la incapacidad para facilitar el ajuste en etapas de carga y de longitud razonablemente pequeñas que son de suma importancia para tensar amarres tesados, en particular, con una baja elasticidad de las líneas. Las etapas de ajuste más pequeñas son iguales a la longitud de dos eslabones de cadena y producen grandes etapas inaceptables/inviabiles en la tensión. Otra tecnología conocida aplica una rueda de cadena con topes de trinquete que permite unos ajustes más precisos que el uso de los topes de cadena. Sin embargo, las ruedas de cadena para cadenas de grandes dimensiones son pesadas, ocupan mucho espacio y son caras. Además, estas dos técnicas requieren que se aplique una carga de tensión de una magnitud que es al menos igual a la fuerza de tensión deseada en la línea, y el anclaje al que está conectada la línea de amarre puede exponerse a una gran carga de elevación de hasta casi el doble de la carga de tensado y ser decisivo para la capacidad de soporte del anclaje. Finalmente, el uso de la cadena como parte de la línea de amarre se suma a la rigidez geométrica de las líneas de amarre debido al aumento de los efectos de la catenaria, lo que puede no ser deseable para los amarres tesados.

35 Las cargas del sistema de amarre que necesitan transferirse al lecho marino son grandes, por lo que se necesitan anclajes de gran capacidad. Se prevé que en muchas aplicaciones, los anclajes cargados con un lastre sólido para mejorar su capacidad serán la solución más económica. Las dimensiones de dichos anclajes son tan grandes que hacen que las técnicas de instalación habituales sean caras y, lo más importante, sensibles a los efectos dinámicos de las olas. Con el fin de superar las limitaciones de las técnicas de instalación habituales y para reducir los costes de instalación, en el presente documento se describe un diseño novedoso de un anclaje adecuado para un procedimiento de instalación novedoso. El anclaje está diseñado para remolcar en agua al lugar de instalación, para transferir a una pequeña altura por encima del lecho marino mediante un descenso libre y para descender finalmente sobre el lecho marino por medio de un elemento de flotación y de lastrado.

Sumario de la invención

45 De este modo, se proporciona un sistema de soporte para una estructura en mar abierto, tal como una turbina eólica, que comprende una columna inferior para ser soportada a través de su primer extremo en el lecho marino; al menos una disposición de amarre conectada en un primer extremo a la columna inferior y en un segundo extremo a al menos un medio de anclaje respectivo, y en el que cada disposición de amarre comprende al menos una parte tubular unida a través de unos medios de conexión en una relación de extremo a extremo a una parte flexible.

En una realización preferida, cada disposición de amarre comprende al menos dos partes tubulares unidas a la columna inferior y dispuestas sustancialmente en una relación de lado a lado y a través de unos medios de conexión respectivos unidos en una relación de extremo a extremo a dos partes flexibles respectivas, estando cada parte flexible conectada a unos anclajes respectivos.

50 Preferentemente, los medios de conexión se interconectan a través de un dispositivo de tensado, por lo que puede controlarse y ajustarse la distancia entre los medios de conexión.

En una realización, la parte tubular comprende un elemento de barra. En una realización, la parte tubular comprende un elemento de flotación. En una realización, la parte flexible comprende un alambre, una cuerda de fibra, una cuerda de acero, o similares.

- 5 En una realización, cada medio de anclaje comprende un elemento de placa de cimentación para la colocación sobre o en conexión con el lecho marino y que tiene un elemento de pared que se extiende hacia arriba y periférico, definiendo de este modo un compartimento superior por encima de dicho elemento de placa de cimentación y que tiene una abertura dirigida hacia arriba. El medio de anclaje comprende además una placa de división dentro del compartimento superior, definiendo de este modo un depósito entre el elemento de placa de cimentación y el compartimento superior, comprendiendo dicho depósito unos medios para la comunicación fluida con los fluidos fuera del depósito. En una realización, el compartimento superior comprende unos medios para la comunicación fluida con los fluidos fuera del depósito.
- 10 Preferentemente, el elemento de placa de cimentación comprende unos elementos de faldón que se extienden hacia abajo, definiendo de este modo un compartimento inferior por debajo del elemento de placa.
- En una realización preferida, cada medio de anclaje comprende un dispositivo de unión para una disposición de amarre respectiva y que tiene un medio de enganche para una parte flexible respectiva, y un medio de enclavamiento que permite una operación de enganche pero evita que la parte flexible se desenganche del dispositivo de unión.
- 15 El dispositivo de unión comprende además, en una realización, unos pasadores para conectar la parte flexible a los medios de enganche y de enclavamiento, estando dichos pasadores dispuestos en una relación sustancialmente perpendicular, similar a una junta universal.
- En una realización, el sistema de soporte comprende tres disposiciones de amarre.
- 20 Preferentemente, la columna inferior es soportada en una base de cimentación que descansa sobre el lecho marino. En una realización preferida, el primer extremo de la disposición de amarre está conectado a la columna inferior en una zona cerca de un segundo extremo de la columna inferior. El segundo extremo de la columna inferior se extiende por encima del nivel del mar cuando es instalada en el lecho marino.
- La invención de la estructura de soporte arriostrada y la disposición de amarre con tensado integrado resuelve un conjunto de problemas habituales asociados con este tipo de estructuras y el amarre de las mismas, en particular:
- 25
- La cimentación puede volcarse solo por el lastrado, simplificando de este modo tanto la instalación como el diseño de la superficie de contacto de la estructura con la base de cimentación
 - Las líneas de amarre pueden tensarse con pequeñas etapas
 - El tensado no expone el anclaje a una suma de cargas adicionales
 - La disposición de las líneas de amarre y el sistema de tensado facilitan una alineación precisa de la estructura de soporte con la vertical
- 30
- Se permiten ajustes de postensado y de tensión durante la vida útil.
- En principio, la realización de la estructura de soporte es similar a la descrita en las patentes mencionadas anteriormente. Sin embargo, hay una diferencia principal, es decir, en la presente invención toda la estructura de soporte está dividida en dos partes separadas, es decir, la estructura de soporte inferior denominada a partir de ahora columna inferior, y la estructura de soporte superior denominada a menudo columna, eje, o torre. Esta división de la estructura refleja la filosofía actual de los desarrolladores de granjas eólicas en mar abierto que requiere un contratista para suministrar la columna inferior y otro contratista para suministrar la torre con la turbina y el rotor. En el sentido técnico, la división de toda la estructura permite el volcado solo por el control de lastre, es decir, sin la aplicación de una fuerza de volcado externa.
- 35
- 40 El amarre de la invención comprende al menos 3 pares de elementos de amarre en el que los elementos están dispuestos en parejas. Además, los elementos están interconectados con una línea o similar que está provista de un dispositivo que puede acortar la distancia entre los elementos de amarre en los puntos en los que se une la línea de interconexión. De esta manera, la tensión en los elementos de amarre puede aumentarse o ajustarse de manera eficaz. Por lo tanto, al ajustar la longitud de la línea de interconexión en los pares individuales de elementos de amarre a los puntos de conexión superiores de los elementos de amarre, la columna inferior en esta elevación puede moverse en el plano horizontal. Puesto que se evita que el extremo inferior de la columna inferior se mueva en el plano horizontal, el resultado de estos ajustes es el cambio del ángulo de la columna inferior con la vertical y puede aplicarse para lograr el ángulo deseado, habitualmente vertical. Además, el extremo inferior de cada elemento de amarre está provisto de una terminación que se bloquea a sí misma en una posición fija en el anclaje que es capaz de transmitir cargas en el anclaje. Los elementos de amarre pueden estar compuestos de cables (cuerdas de alambre, cadenas, cuerdas de fibra) y barras (tubulares, vigas), y una combinación de éstos. Cualquiera de estos elementos de amarre puede o bien hacerse flotante o distribuirse o pueden añadirse pesos en bloque de una manera convencional para lograr las características requeridas de todo el sistema de amarre.
- 45
- 50
- 55 Con fines de instalación, los elementos de amarre están provistos de una línea corredera unida al extremo inferior, que puede enganchar la terminación en la posición de enclavamiento. También se proporciona el procedimiento para instalar todo el sistema de amarre minimizando la cantidad de trabajo submarino.
- En aplicaciones donde varios o muchos

La disposición estructural de la columna inferior, la composición del elemento de amarre y el procedimiento de instalación se explican para una realización de la columna inferior y el sistema de amarre correspondiente, con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Estas y otras características de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma preferente de realizaciones, proporcionadas a modo de ejemplos no limitantes, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:
- La figura 1 es el esquema básico de una vista lateral de una realización de la columna inferior de la invención unida a un amarre,
- 10 La figura 2 es una vista desde arriba de la realización de la figura 1,
- La figura 3 es una vista desde arriba de un par de elementos de amarre que ilustran los componentes individuales,
- Las figuras 4 y 5 son vistas en sección vertical y desde arriba del anclaje,
- Las figuras 6 y 7 son vistas en sección vertical y desde arriba de la base de la cimentación,
- 15 La figura 8 es una vista desde arriba del anclaje aparejado para el transporte y la instalación,
- Las figuras 9 a 12 ilustran el transporte y la instalación de los anclajes,
- La figura 13 muestra la situación en el lugar de instalación cuando se han instalado la base de cimentación y todos los anclajes,
- La figura 14 muestra el remolque de la cimentación inferior al lugar de instalación,
- 20 Las figuras 15-23 muestran diversas etapas de la secuencia de instalación.

Descripción detallada de una realización

Haciendo referencia inicialmente a las figuras 1 y 2, la realización ilustrada de una columna 1 inferior está instalada en el cuerpo W de agua y descansa sobre una base 2 de cimentación que es soportada en el lecho S marino. En el lugar sobre la cimentación, la estabilidad y la verticalidad de la columna 1 inferior está provista de tres pares de elementos 3a,b, 4a,b, y 5a,b de amarre, cada uno unido a un par 6a,b 7a,b, y 8a,b de anclaje respectivo. Los pares de elementos de amarre se tensan y la verticalidad de la columna inferior se garantiza mediante las líneas 9, 10 y 11 de interconexión de longitud ajustable.

25

Un ejemplo de composición del amarre se ilustra en una vista desde arriba en la figura 3. Ambos elementos 3a,b de amarre están en el extremo superior conectado a la columna 1 inferior que descansa sobre la base 2 de cimentación (mostrada solo parcialmente en la figura 3). En el extremo inferior, los elementos 3a,b de amarre están unidos a los anclajes 6a,b. En ambos extremos superior e inferior de los elementos de amarre hay conexiones que permiten la rotación libre en el plano perpendicular a su eje longitudinal, aunque con algunas limitaciones prácticas de los ángulos que son más grandes que los ángulos que se espera que se produzcan. Esto garantiza que no se producirán momentos de flexión en las partes individuales de los elementos 3a,b de amarre. En esta realización, la sección 12a,b superior del elemento 3a,b de amarre comprende una barra, preferentemente un tubular de la rigidez requerida (es decir, el producto del área de sección transversal y la elasticidad del material). En la mayoría de las aplicaciones, el diseño óptimo es de tal manera que la flotabilidad del agua contrapesa el peso de la sección. El uso de barras/tubulares en la sección superior puede tener ventajas en términos de resistencia a cargas accidentales tales como las procedentes de buques a la deriva y residuos. La sección 15a,b inferior en la realización mostrada está fabricada de cuerda, es decir, alambre de acero o cuerda de fibra. Las secciones 12a,b y 15a,b se unen entre sí por medio de unas placas 18a,b de conexión respectivas. A la primera placa 18a de conexión se une una línea 9 de tensado cuyo extremo opuesto está conectado a un tambor 24 con una rueda de trinquete en la segunda placa 18b de conexión. El tambor 24 puede hacerse girar mediante una herramienta de par convencional accionada por un vehículo accionado a distancia convencional. Al hacer girar el tambor 24, se acorta la línea 9 de tensado y los puntos de empalme de los elementos de amarre se mueven uno hacia otro y se produce debido a los cambios geométricos de los elementos de amarre o a una fuerza de tensado de movimiento al punto de conexión superior o a una combinación de ambos. Por lo tanto, se facilita el tensado y la alineación vertical. Es ventajoso diseñar de la misma manera todos los elementos 3a,b, 4a,b, y 5a,b de amarre.

30

35

40

45

Las figuras 4 y 5 ilustran una realización de los anclajes 6,7,8 que es compatible con el innovador procedimiento de instalación explicado en la descripción de las figuras 8 a 11. Una sección vertical a través del anclaje 6,7,8 en la figura 4 muestra una losa 34 inferior descansando sobre un lecho S marino que soporta la pared 35 vertical. La pared 35 vertical confina un espacio 36 abierto desde arriba lleno de un lastre 39 sólido y un espacio 37 cerrado separado por un elemento 41 de techo. El espacio 36 se abre al aire durante el remolque al lugar de instalación

50

cuando el anclaje está flotando sobre la superficie del agua. El agua de mar puede inundar este espacio a través de un orificio 42 controlado por la válvula 44. El espacio 37 cerrado se llena de aire durante el transporte y la instalación del anclaje, y tras la finalización de la instalación se inunda por el agua de mar a través de los orificios 42' y las válvulas 44', y el aire se expulsa por el compartimento a través de un orificio 43 de ventilación controlado por la válvula 45. Con el fin de mejorar la reacción del suelo a las cargas procedentes del anclaje, la losa 34 inferior puede proporcionarse por los plintos 38 u otros elementos incrustados en el lecho marino, tales como pilotes (no mostrados). Las cargas del elemento 15,16,17 de amarre inferior se transmiten a la estructura del anclaje 6,7,8 a través de un dispositivo 40 de unión. El dispositivo 40 de unión permite el enganche de la línea 15,16,17 en una posición en la que llega a fijarse de manera permanente en su posición y es capaz de transmitir las cargas de tensión de la línea. Esto podría lograrse usando los conectores disponibles en el mercado. Sin embargo, debido a la magnitud de las cargas habituales para la cimentación, la disponibilidad de tales conectores está limitada y son caros. Una realización opcional del dispositivo de unión se muestra en el detalle A en el que el elemento 15,16,17 de amarre inferior es una cuerda de alambre rematada por un conector 46 unido a través de un pasador 47 de rotación libre a un elemento 48 de transición que se une además a través de un pasador 49 de rotación libre a un tope 50 de extremo. Puesto que los pasadores 47 y 49 de rotación son perpendiculares, la cuerda de alambre puede cambiar su dirección sin ejercer ningún momento en su terminación y se minimizan los momentos ejercidos en el tope de extremo. En la posición de enclavamiento, el tope 50 de extremo transfiere la tensión en el dispositivo de unión a través de un contacto con un par de brazos 51a,b de enclavamiento que pueden pivotar alrededor de un eje 52. Durante el enganche de la línea y el tope de extremo en la posición final y de enclavamiento, el tope 50 de extremo se introduce por medio de una línea 53 de enganche en el dispositivo de unión. Mediante líneas discontinuas se indica una posición en la que el par de brazos de enclavamiento han pivotado a una posición 51'a,b extrema. En la siguiente posición durante el enganche, los brazos de enclavamiento pierden el soporte del tope 50 de extremo y caen en el lado opuesto del mismo. Cuando se libera la tensión en la línea 53 de enganche, el tope 50 de extremo mueve hacia fuera el dispositivo de unión hasta entrar en contacto con los brazos 51 de enclavamiento. Se evita que estos pivoten hacia fuera por un elemento 54 de soporte de carga, por lo que se evita cualquier movimiento hacia fuera del tope 50 de extremo, debido a las cargas de tensión en la cuerda 15,16,17 de alambre y se establece la conexión.

La figura 5 es una vista desde arriba del anclaje 6,7,8 en el que la pared 35 vertical se conforma en forma de un cilindro vertical que descansa sobre una losa 34 inferior cuadrada. La cuerda 15,16,17 de alambre se une al anclaje por medio del dispositivo 40 de unión.

La figura 6 muestra una sección vertical de la base 2 de cimentación que descansa con su sección 55 inferior sobre el lecho S marino y los plintos 38 insertados en el lecho S marino. La columna inferior indicada por líneas discontinuas se desplegará en el centro de la base de cimentación ajustando el rebaje 56 cónico. La cara 57 de contacto entre el rebaje y la columna inferior está revestida con un material con propiedades que garantizan que las cargas de la columna puedan transferirse a la cimentación. Una preocupación especial del diseño es obtener la capacidad de par deseada entre estas dos estructuras. Puesto que la base puede transportarse e instalarse de la misma manera que el anclaje, el equipamiento para estas operaciones es idéntico al del anclaje. Es decir, la base está provista de un compartimento de flotabilidad confinado por la sección 55 inferior, las paredes 35 y 35' verticales y la sección 41 de techo; los orificios 42 y 43; y las válvulas 44 y 45. Para guiar la columna inferior durante la etapa final de su descenso sobre la base, se proporciona una guía 58.

La figura 7 es una vista desde arriba de la base 2 de cimentación en la que la sección 55 inferior con los plintos 38 indicados por líneas discontinuas se conforman como unos cuadrados que proporcionan resistencia a diversas cargas, en particular, al par.

La figura 8 ilustra el anclaje 6 equipado para el transporte y la instalación con la parte 15 inferior del dispositivo de amarre. En su extremo superior, la línea 15 está rematada con la placa 18 de conexión mientras que en el extremo opuesto la línea termina con el tope 50 de extremo al que está conectado la línea 53 de enganche. Al extremo superior de la línea 53 de enganche se une la boya 31 con la línea 53' mensajera provista del flotador 32 de extremo. Todos los componentes se unen en el mar a la base 34 del anclaje.

Las figuras 9 a 12 muestran el procedimiento de transporte y de instalación preferido para los anclajes y la base de cimentación, ilustrado en este caso para el anclaje. Lo mismo se aplica para la base de cimentación.

El anclaje 5 que flota en la superficie de un cuerpo W de agua mostrado en la figura 9 está conectado a los buques 59 y 60 de remolque y se transporta al lugar de instalación.

La figura 10 ilustra la situación tras la llegada del despliegue de remolque al lugar de instalación en el que ya se ha instalado la base 2 de cimentación. Un buque 61 de instalación ha unido una línea 63 de distancia desde la base 2 de cimentación al anclaje 5 y, a continuación, se acopla con el tanque 62 flotante de conexión e instalación a una línea 64 desde el anclaje 5. El buque de remolque de arrastre indicado por el número 60 en la figura 8 se ha separado del anclaje.

La figura 11 muestra el descenso del anclaje 5 a una posición cercana al lecho S marino. El descenso se ha iniciado abriendo el orificio 42 por medio de la válvula 44 (véase la figura 4) que permite la inundación del compartimento 36

de lastre. El descenso progresa debido a que el anclaje tiene una flotabilidad que es algo menor que su peso sumergido. Se muestra la etapa en la que el anclaje desciende a través del agua, mientras que se tensa la línea 64, acoplando gradualmente de este modo el tanque 62 flotante de instalación. El buque de remolque mantiene tensa la línea 63 de distancia, manteniendo de este modo el control posicional del anclaje 5.

5 La figura 12 muestra la situación cuando el ancla 5 ha descendido a una posición en la que se determina por la flotabilidad del tanque 62 flotante de instalación y la longitud de la línea 64. El buque 59 mantiene en tensión la línea 63 de distancia que permite instalar el anclaje a una distancia precisa de la base 2 de cimentación. Lograr la orientación de acimut deseada del buque 59 también garantiza la orientación deseada del anclaje. Tras la recuperación de una manguera 65 de llenado en su cubierta, el buque de instalación inicia el bombeo de agua en el tanque 62 de lastre de instalación. El peso creciente provoca un descenso adicional y permite el despliegue del anclaje sobre el lecho S marino. El llenado de agua en la flotabilidad de instalación termina cuando se afloja la línea 64, pudiendo, por lo tanto, desconectarse. Finalmente, se abren los orificios 42' y 43, por ejemplo, mediante un vehículo accionado a distancia que acciona las válvulas 44' y 45 mostradas en la figura 4.

10 La figura 13 muestra la situación en el lugar de instalación cuando se han instalado la base 2 de cimentación y todos los anclajes 6,7,8 y las partes 15,16,17 inferiores de las líneas de amarre se han mantenido a flote sobre la superficie del agua en la que se sostienen por los elementos 25,26,27 de flotabilidad. Las líneas 28,29,30 de enganche también se han mantenido a flote sobre la superficie del agua en la que se sostienen por los elementos 31,32,33 de flotabilidad y están provistas de las líneas 28',29',30' mensajeras y unos flotadores.

15 La columna 1 inferior que flota sobre la superficie de un cuerpo W de agua mostrado en la figura 14 está conectada a los buques 59 y 60 de remolque y se transporta al lugar de instalación.

20 En la figura 15 se muestra el despliegue de remolque, es decir, los buques 49 y 50 de remolque y la columna 1 inferior tras la llegada al lugar de instalación y tras el volcado de la columna 1 inferior por lastrado como se describe en los documentos NO326904 y NO326937. Además, la parte 12a superior de la línea de amarre se ha liberado para la posición de transporte y se conecta por el buque 61 de instalación a la parte 15a inferior de la línea de amarre. El buque 60 de remolque (no mostrado debido a la escala) todavía está conectado y ayuda al buque 1 a mantener la posición adecuada de la columna 1 inferior.

25 La figura 16 muestra en una vista desde arriba la situación tras la finalización de la conexión de la línea 3a de amarre y durante la conexión de la parte 12b superior a la parte 15b inferior. Una vez que se ha completado la conexión, puede liberarse y desmovilizarse el buque 60 de remolque (no mostrado debido a la escala).

30 En la figura 17, se han conectado las líneas 3a,b y 4a,b, y el buque 61 de instalación establece la conexión entre la parte 14b superior y la parte 17b inferior mientras que el buque 59 de remolque mantiene la posición adecuada de la columna 1 inferior.

35 En la figura 18 se han conectado todas las líneas, la columna 2 inferior se ha colocado en la posición requerida por encima de la base 2 de cimentación conectada y un vehículo 68 accionado a distancia tiene la válvula de inundación abierta en la columna inferior para el lastrado con agua de mar y se hace descender la columna 1 inferior hacia la guía 58 sobre la base de cimentación.

40 En la figura 19, la columna 1 inferior se ha posado sobre la base 2 de cimentación y los buques 59 y 60 están en procedimiento de enganche de las líneas 3a y 4b de amarre en la posición de enclavamiento, como se explica en la descripción de la figura 4.

45 La figura 20 ilustra la etapa final de la instalación, es decir, el tensado de las líneas de amarre y la alineación con la vertical. Los vehículos 68 y 68' accionados a distancia izan las líneas 9 y 10 de tensado mientras registran la tensión y la verticalidad.

50 La figura 21 ilustra un tipo opcional de anclas, un segmento de línea de amarre y un conector para las patas de amarre. En esta realización el anclaje de las patas de amarre es por medio de unos pilotes 70, y un conector 71 está localizado en un punto adecuado a lo largo de la pata. El pilote es normalmente una solución más económica que el anclaje explicado en las figuras 5 y 6 a menos que la instalación de los pilotes sea difícil o imposible, como es el caso de los sedimentos con grandes rocas o poca profundidad en el lecho de roca. El conector está provisto de un alambre y un equipo de enganche para realizar el tensado inicial de la pata de amarre y lograr una aplicación similar al conector 40 descrito en la figura 4. La localización del conector en un punto intermedio a lo largo de la pata de amarre inicia un procedimiento de instalación alternativo explicado en las siguientes figuras.

55 La figura 22 es la situación tras la instalación de los anclajes 70 de pilote con la sección inferior de la línea 12 de amarre unida a los mismos. Por otro lado, se une la placa 9 de conexión a la que está conectada una sección tubular de los segmentos 12, 13 14 superiores. Estos se mantienen a flote sobre la superficie por la línea 72 suspendida de las boyas 73.

La figura 23 ilustra la situación en la que se han conectado todas las patas, la columna está lista para su despliegue sobre la base 2 y, finalmente, para el tensado de las patas. En este caso, las secciones superiores de las patas de

5 amarre están compuestas de dos elementos provistos de una conexión 74 articulada. El extremo inferior de la parte superior de la pata de amarre está conectado al segmento inferior a través de una línea 28 de enganche que se desplaza sobre una polea (no mostrada) en el conector 71 y hacia la boya 31 de superficie. La línea de enganche está provista de un tope que transfiere la tensión a la pata de amarre premontada en esta fase temporal. Cuando se tensa la línea de enganche, el conector 71 y la terminación en el extremo inferior del segmento de pata de amarre superior se enganchan entre sí en una posición de enclavamiento. Con esto concluye el pretensado. El tensado final del sistema y las alineaciones de verticalidad se realizan como se explica en la figura 20.

La estructura de soporte inventada es especialmente útil en aguas con una profundidad de más de aproximadamente 35 metros.

10

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de soporte para una estructura en mar abierto, tal como una turbina eólica, **caracterizado por**
 - una columna (1) inferior para ser soportada a través de su primer extremo en el lecho (S) marino;
 - al menos una disposición (3a,b, 4a,b, 5a,b) de amarre conectada en un primer extremo a la columna (1) inferior y en un segundo extremo a al menos un medio (6a,b, 7a,b, 8a,b) de anclaje respectivo, y en el que cada disposición de amarre comprende al menos una parte (12a,b) tubular unida a través de unos medios (18a,b) de conexión en una relación de extremo a extremo a una parte (15a,b) flexible.
2. El sistema de soporte de la reivindicación 1, en el que cada disposición de amarre comprende al menos dos partes (12a,b) tubulares unidas a la columna (1) inferior y dispuestas sustancialmente en una relación de lado a lado y unidas a través de los medios (18a,b) de conexión respectivos en una relación de extremo a extremo a dos partes (15a,b) flexibles respectivas, estando cada parte flexible conectada a los anclajes (6a,b) respectivos.
3. El sistema de soporte de la reivindicación 2, en el que los medios (18a,b) de conexión están interconectados a través de un dispositivo (9, 10, 11, 24) de tensado, por lo que puede controlarse y ajustarse la distancia entre los medios (18a,b) de conexión.
4. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la parte (12a,b) tubular comprende un elemento de barra.
5. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la parte (12a,b) tubular comprende un elemento flotante.
6. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la parte (15a,b) flexible comprende un alambre, una cuerda de fibra, una cuerda de acero, o similares.
7. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada medio (6a,b, 7a,b, 8a,b) de anclaje comprende un elemento (34) de placa de cimentación para la colocación sobre o en conexión con el lecho marino y que tiene un elemento (35) de pared que se extiende hacia arriba y periférico, definiendo de este modo un compartimento (36) superior por encima de dicho elemento de placa de cimentación y que tiene una abertura dirigida hacia arriba.
8. El sistema de soporte de la reivindicación 7, que comprende además una placa (41) de división dentro del compartimento (36) superior, definiendo de este modo un depósito (37) entre el elemento (34) de placa de cimentación y el compartimento (36) superior, comprendiendo dicho depósito unos medios (43, 45, 42', 44') para la comunicación fluida con los fluidos fuera del depósito.
9. El sistema de soporte de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que el compartimento (36) superior comprende unos medios (42, 44) para la comunicación fluida con los fluidos fuera del depósito.
10. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que el elemento (34) de placa de cimentación comprende unos elementos (38) de faldón que se extienden hacia abajo, definiendo de este modo un compartimento inferior por debajo del elemento de placa.
11. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada medio (6a,b, 7a,b, 8a,b) de anclaje comprende un dispositivo (40) de unión para una disposición de amarre respectiva y que tiene un medio (53) de enganche para una parte (15a,b) flexible respectiva, y un medio (51a,b, 52, 54) de enclavamiento que permite una operación de enganche pero evita que la parte flexible se desenganche del dispositivo de unión.
12. El sistema de soporte de la reivindicación 11, en el que el dispositivo (40) de unión comprende, además, unos pasadores (47, 49) para conectar la parte flexible a los medios de enganche y de enclavamiento, estando dichos pasadores dispuestos en una relación sustancialmente perpendicular, similar a una junta universal.
13. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende tres disposiciones de amarre.
14. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la columna inferior es soportada en una base (2) de cimentación que descansa sobre el lecho marino.
15. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer extremo de la disposición (3a,b, 4a,b, 5a,b) de amarre está conectado a la columna inferior en una zona cerca de un segundo extremo de la columna inferior.
16. El sistema de soporte de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo extremo de la columna inferior se extiende por encima del nivel del mar cuando es instalada en el lecho marino.

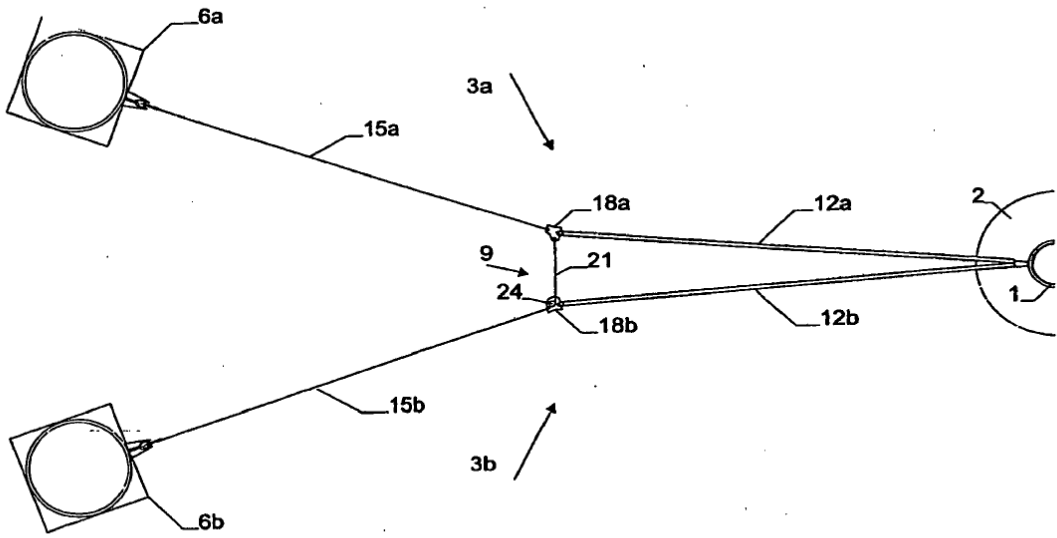


Fig. 3

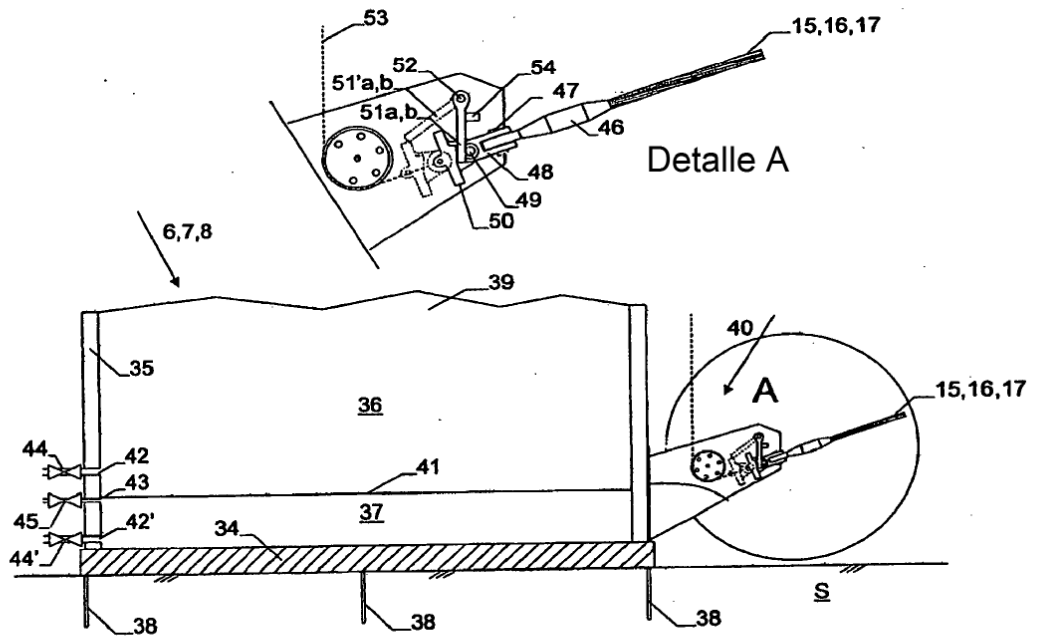


Fig. 4

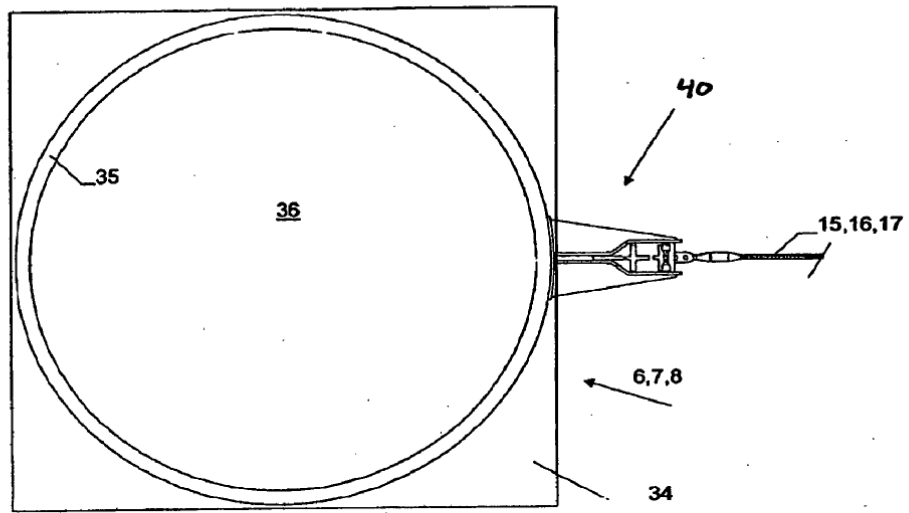


Fig. 5

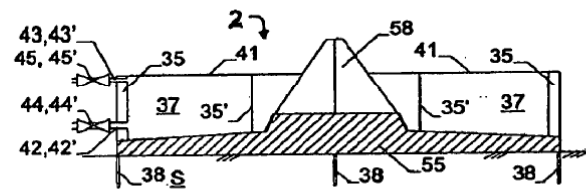


Fig. 6

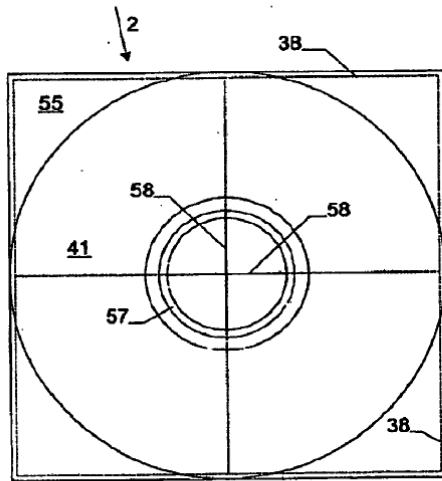


Fig. 7

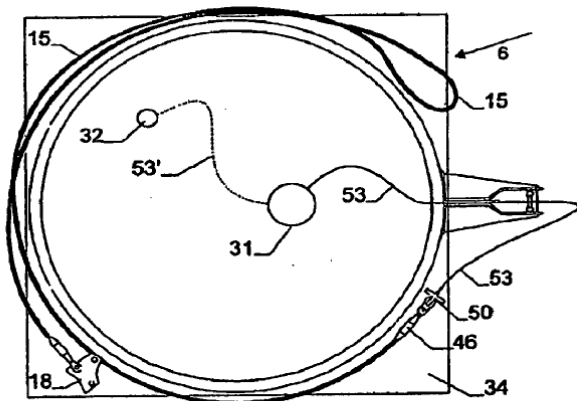


Fig. 8

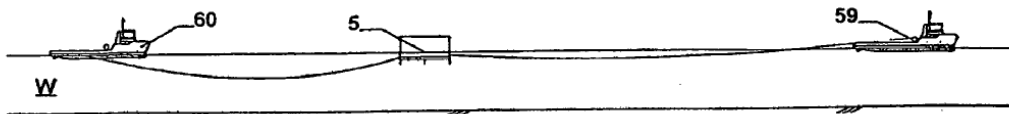


Fig. 9

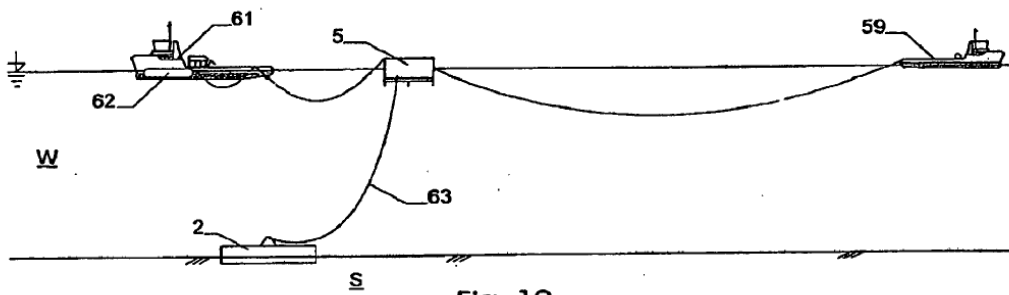


Fig. 10

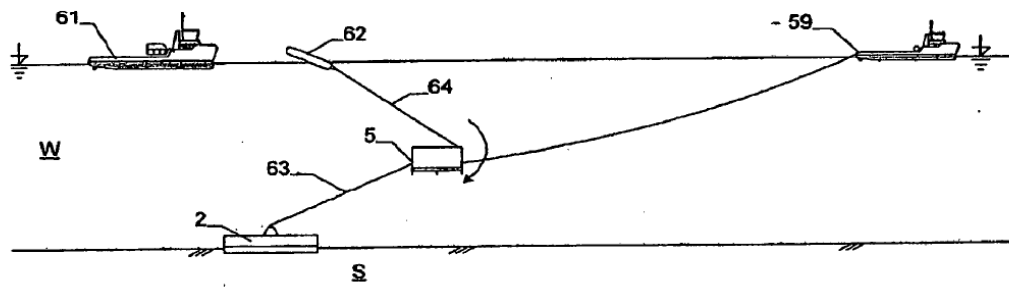


Fig. 11

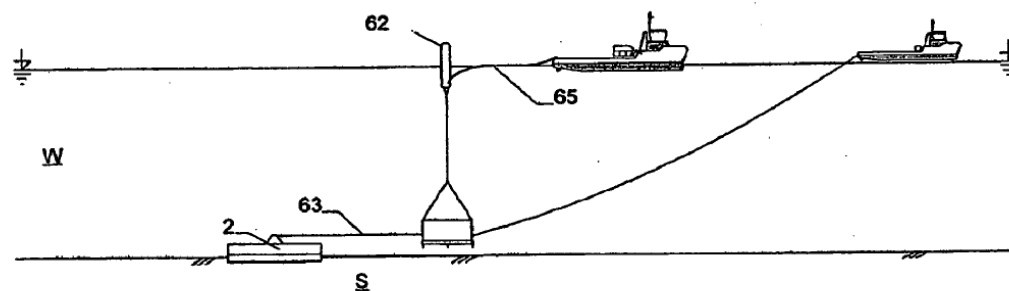


Fig. 12

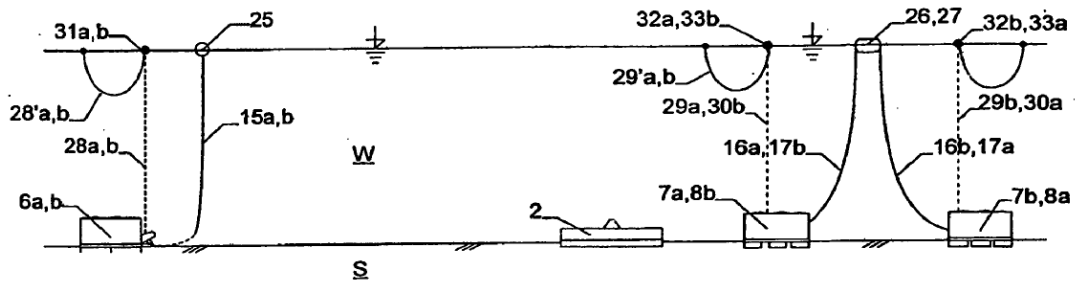


Fig. 13

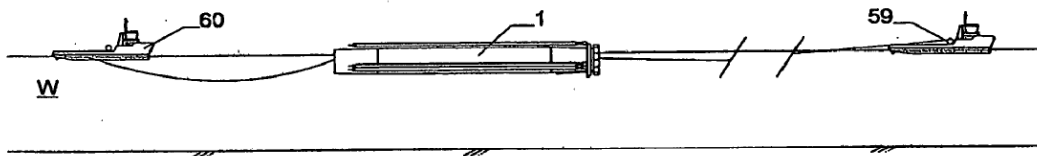


Fig. 14

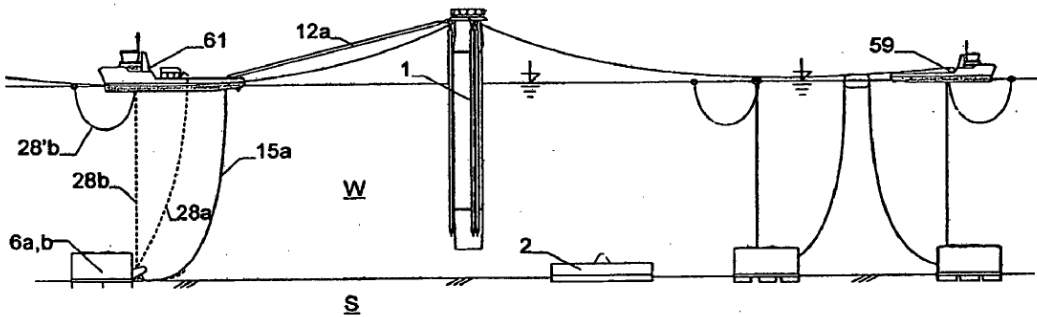


Fig. 15

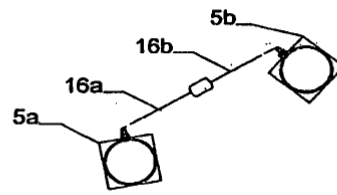
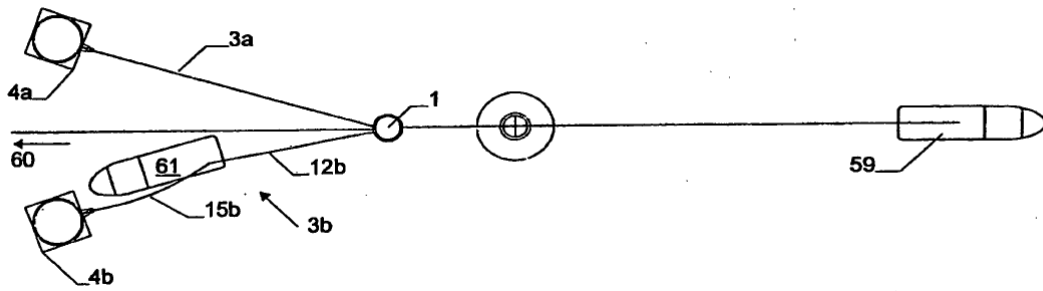


Fig. 16

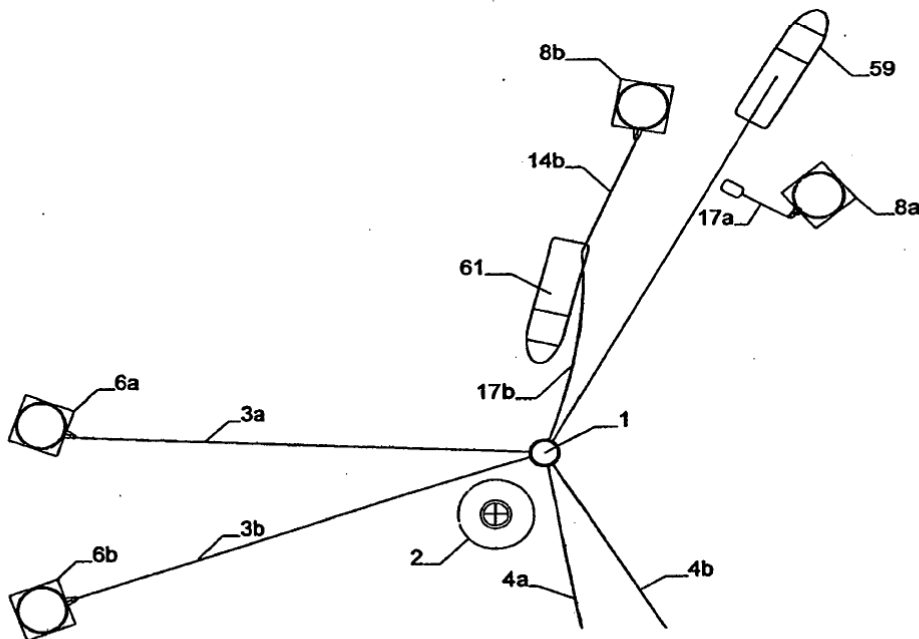


Fig. 17

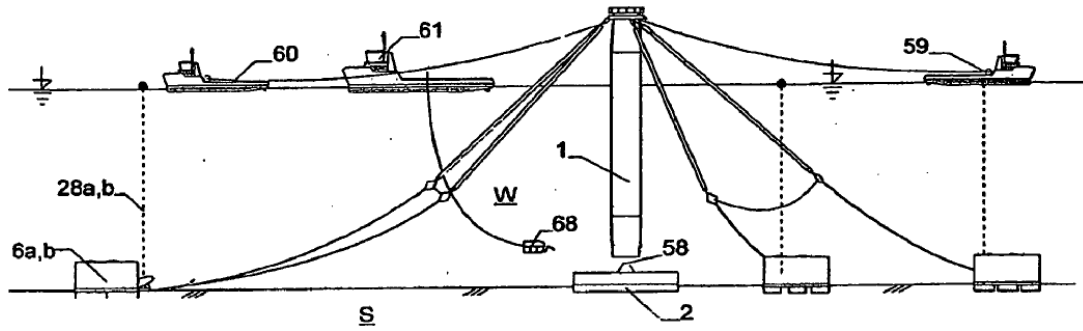


Fig. 18

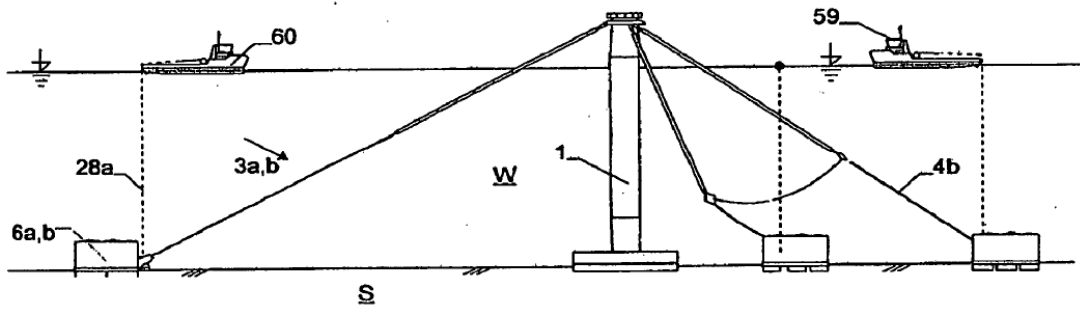


Fig. 19

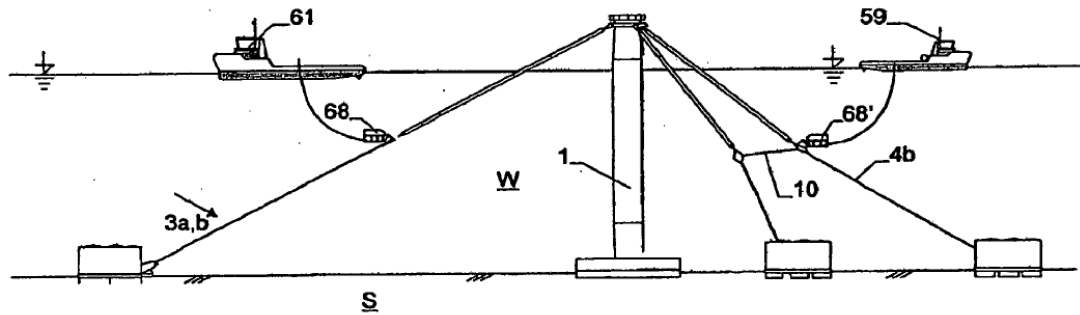


Fig. 20

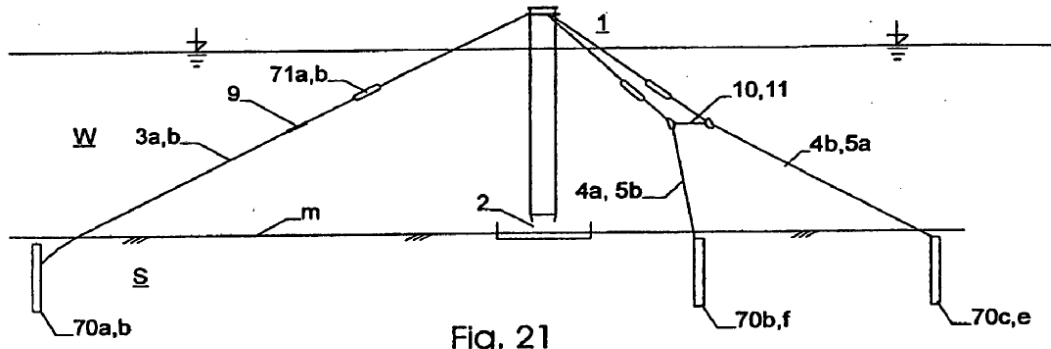


Fig. 21

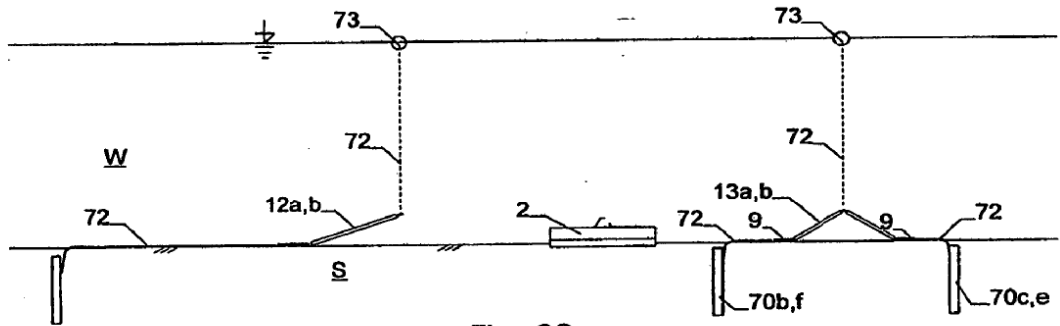


Fig. 22

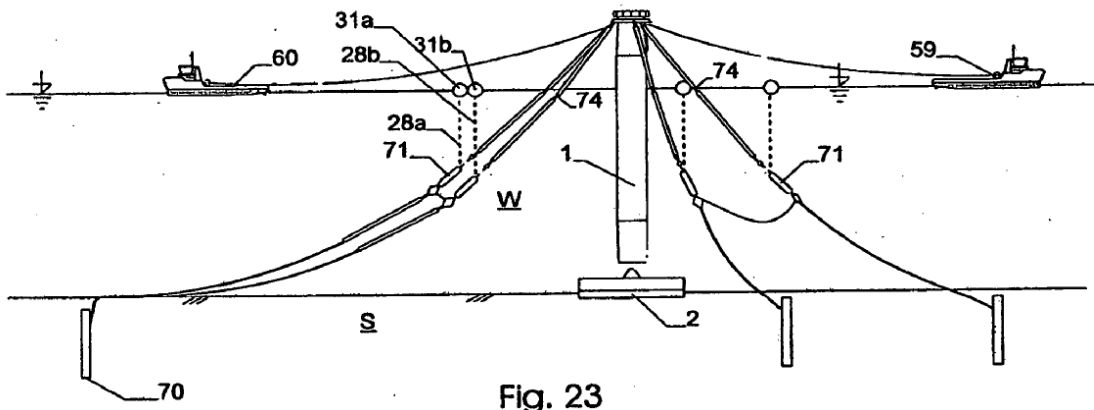


Fig. 23