

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 095**

51 Int. Cl.:

**F03D 11/04** (2006.01)

**E02D 27/42** (2006.01)

**E02D 23/02** (2006.01)

**E02D 27/52** (2006.01)

**F03D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10734369 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014 EP 2440709**

54 Título: **Dispositivo de estabilización flotante**

30 Prioridad:

**10.06.2009 NO 20092240**

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

**10.07.2014**

73 Titular/es:

**SEATOWER AS (100.0%)  
Sørkedalsveien 10B  
0369 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**RAMSLIE, SIGURD**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 475 095 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

Dispositivo de estabilización flotante

### Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de dispositivos para soportar estructuras flotantes durante su montaje, su remolque y su instalación en el lecho marino. Más específicamente, la invención versa acerca de un dispositivo de estabilización flotante para un elemento a ser maniobrado en un cuerpo de agua.

### Antecedentes de la invención

10 La creciente demanda de explotación de fuentes de energía renovable aumenta la demanda de una generación de energía eólica mar adentro, dado que las condiciones de viento mar adentro son más favorables que las condiciones en la costa y el impacto medioambiental es mucho menor. Existe la necesidad creciente de estructuras que puedan soportar de forma segura y fiable turbinas eólicas pesadas con una altura significativa sobre el nivel del mar. En general, la estructura de soporte comprende un eje, o torre, fijado al lecho marino bien directamente mediante una cimentación, o bien la estructura es flotante y está conectada al lecho marino por medio de una disposición de anclaje. La presente invención versa acerca del primer tipo, específicamente las estructuras fijas de soporte.

15 Las estructuras fijas de soporte típicas para turbinas eólicas en uso en la actualidad, planeadas para ser usadas y/o patentadas y descritas en fuentes accesibles públicas se caracterizan, en términos generales, por lo siguiente:

1. Debido a limitaciones de viabilidad toda la estructura de soporte está dividida en dos partes, específicamente una cimentación y una torre, y la torre está montada *in situ* sobre la cimentación preinstalada.

20 2. Se fija la cimentación al lecho marino mediante pilotes introducidos o perforados (bien utilizando múltiples pilotes o bien monopilotes de gran diámetro) o se despliega la cimentación directamente sobre una capa artificial de grava a través de la cual se transfieren las cargas desde la estructura de la torre eólica al lecho marino.

25 Las técnicas existentes para el suministro de cimentaciones desde algunas ubicaciones de suministro no pueden satisfacer la demanda de una velocidad elevada de fabricación y de instalación, es decir el número de unidades que deben ser fabricadas e instaladas en una temporada de instalación. Se conocen soluciones existentes que utilizan la fuerza de gravedad para fijar la cimentación al lecho marino en vez de diversas soluciones basadas en el principio de las cimentaciones de pilotes (es decir, pilotes convencionales en grupos o los denominados monopilotes) por sus límites considerables de aplicación relacionados con su peso, profundidad del agua en el sitio de instalación, al igual que la profundidad del agua en las ubicaciones de carga y a lo largo de la ruta de transporte.

30 El documento WO 03/080939 da a conocer una estructura de cimentación para una torre o similar de turbina eólica, para ser instalada en el lecho marino. Se puede maniobrar la estructura de cimentación hasta su posición mar adentro utilizando una embarcación y medios aparte (y separables) de flotabilidad. Estos elementos flotantes deben ser bastante grandes para mantener una estabilidad. Cuando se encuentra en su posición, se hace descender la estructura hasta el lecho marino y se utiliza un mecanismo de bombeo para hundir una porción inferior de la estructura (por ejemplo, faldones) en el lecho marino. Cuando se ha anclado (o cimentado sobre pilotes) la estructura de cimentación en su posición en el lecho marino, es capaz de soportar la torre de la turbina eólica.

35 Para facilitar la fabricación, la carga, el remolque y la instalación de la cimentación, es deseable diseñar las cimentaciones como estructuras huecas y comparablemente ligeras, en las que se lastra (mediante grava, etc.) subsiguientemente el interior hueco en conexión con la instalación en el lecho marino. Se da a conocer un ejemplo de tal cimentación en la solicitud de patente noruega n° 20082860. Un problema de las cimentaciones de este tipo es su inestabilidad inherente en el agua en las etapas entre una fabricación en la costa (en la que puede estar solo parcialmente llena de material de lastre) y la instalación final en el lecho marino (cuando se ha llenado la cimentación hueca con la cantidad requerida de material de lastre). A menudo, las medidas de diseño para eliminar la inestabilidad tienen como resultado un tamaño y un coste de la estructura mayores. Aquel produce mayores cargas hidrodinámicas que requieren más lastre, lo que conlleva más costes y tiempo de instalación.

45 Por lo tanto, existe la necesidad de un dispositivo para proporcionar estabilidad y flotabilidad en estas etapas durante un montaje en la costa, remolque e instalación cuando la cimentación no es estable, es decir durante el transporte desde una condición de poco calado hasta una condición de gran calado, mientras esté lastrado.

### Sumario de la invención

50 La invención se define y se caracteriza en la reivindicación independiente, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención.

El dispositivo según la invención comprende un dispositivo flotante de estabilización para un elemento a ser maniobrado en un cuerpo de agua, caracterizado por al menos una sección inferior de soporte para soportar de

forma flotante el elemento, y una pluralidad de columnas que se extienden en una dirección generalmente ascendente cuando el dispositivo de estabilización está flotando en el agua.

Las columnas y/o la sección inferior de soporte comprenden uno o más compartimentos huecos para contener agua de lastre.

5 Preferentemente, el elemento comprende una cimentación hueca e inestable en un cierto intervalo de profundidad.

En una realización, la sección inferior de soporte comprende un área de soporte sobre la que se puede colocar el elemento.

Preferentemente, las columnas están conectadas a la sección inferior de soporte por medio de brazos respectivos que se proyectan una distancia desde la sección inferior de soporte.

10 En una realización, el dispositivo comprende un primer módulo y un segundo módulo, comprendiendo cada módulo una sección inferior de soporte respectiva y una pluralidad de columnas que se extienden desde la sección inferior de soporte.

Preferentemente, cada módulo comprende una forma que es complementaria de una región correspondiente en el elemento y con medios de contacto en el elemento, por lo que el dispositivo soporta de forma flotante el elemento.

15 En una realización, cada módulo comprende uniones respectivas de enganche, por lo que los módulos pueden ser interconectados para formar un dispositivo flotante unitario de estabilización.

En la primera realización, el elemento es puesto a flote, separándose del dispositivo, por lo tanto el elemento tiene que estar diseñado con suficiente estabilidad de flotación en el momento de la puesta a flote. En la segunda realización el dispositivo permite izar el elemento del lecho marino en una menor profundidad y desplegar el elemento en el lecho marino en agua más profunda sin requerir una estabilidad de flotación en ninguna fase.

20

La presente invención introduce un número de parámetros y una compatibilidad estructural utilizando distintos tipos de material que pueden ser aplicados para optimizar el suministro de soportes estructurales listos para su operación para parques eólicos marinos. Se consiguen los siguientes aspectos ventajosos:

- 25
1. Se elimina o se reduce significativamente el transporte hasta el sitio sobre la cubierta de gabarras y de embarcaciones
  2. No se requieren elementos aparte de flotabilidad durante el remolque, también en la realización opcional
  3. Un despliegue hasta la posición (transferencia desde la posición de transporte hasta la posición de operación) al añadir lastre, no mediante izado
  4. Se evita la necesidad de grúas marinas grandes

30 Además de reducir costes totales la presente invención resuelve las deficiencias asociadas con las soluciones conocidas al:

- 35
1. Permitir el suministro de las cimentaciones desde sitios de montaje permitiendo un trabajo en áreas de dimensiones moderadas y la operación de embarcaciones de poco calado, ampliando de esta manera la selección de sitios de fabricación
  2. Aumentar la velocidad de fabricación y de instalación
  3. Reducir los riesgos de condiciones de clima adverso sobre el avance de la instalación
  4. Reducir las necesidades de embarcaciones especializadas
  5. Permitir que se dote de una superestructura (torre, generador eólico, etc.) a la estructura de cimentación en o cerca de la costa, antes del remolque hasta la ubicación de la instalación

40 **Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras características de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma preferente de realizaciones, proporcionadas como ejemplos no restrictivos, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 45
- La figura 1 es una vista lateral de una primera realización del dispositivo flotante de estabilización según la invención, que soporta una cimentación en un cuerpo de agua;
- la figura 2 es una vista lateral de la realización mostrada en la figura 1, que ilustra una separación entre el dispositivo de estabilización y la cimentación;
- la figura 3 es una vista en planta de la cimentación y del dispositivo de estabilización mostrados en la figura 1;
- 50
- la figura 4 es una vista lateral de una segunda realización del dispositivo flotante de estabilización según la invención, que soporta una cimentación en un cuerpo de agua;
- la figura 5 es una vista lateral de la realización mostrada en la figura 4, que ilustra una secuencia de conexión; y
- la figura 6 es una vista en planta de un elemento del dispositivo de estabilización mostrado en la figura 5, conectado a una cimentación.

**Descripción detallada de las realizaciones referentes**

5 La figura 1 ilustra una primera realización del dispositivo 82 de estabilización flotante que flota en un cuerpo de agua W y soporta una cimentación 1. La cimentación 1 puede ser una estructura de soporte, por ejemplo, para una torre de turbina eólica, que puede estar conectada al extremo superior de la cimentación antes o después de que se haya instalado la cimentación en un lecho marino. En la solicitud de patente noruega nº 20082860 se da a conocer un ejemplo de tal cimentación.

10 En la situación ilustrada por la figura 1, se ha lastrado el dispositivo 82 de estabilización flotante para conseguir un calado suficiente en el agua o sonda bajo quilla de la cimentación flotante. Entonces, se ha puesto en flotación la cimentación 1, que puede estar completada o lastrada o no, hasta una posición entre las columnas 83a-d del dispositivo flotante lastrado de estabilización y, a partir de entonces, se ha deslastrado el dispositivo flotante de estabilización, de forma que la cimentación 1, según se muestra en la figura 1, se encuentre apoyada sobre una sección inferior 84 del dispositivo flotante 82 de estabilización. En esta posición, se prepara la cimentación 1 para ser lastrada, por ende transferida, desde un pequeño calado hasta un gran calado, para un remolque hasta el sitio de instalación.

15 En la figura 2, el dispositivo 82 de estabilización flotante ha sido lastrado adicionalmente, en comparación con el estado en la figura 1, hasta que se ha obtenido un sondeo suficiente entre la cimentación 1 y la parte inferior 84. La ilustración en la figura 2 es típica para una situación en la que la cimentación 1, lastrada de forma adecuada, ha llegado a una ubicación con suficiente profundidad del agua para llevar a cabo el remolque hasta el sitio de instalación. Las flechas en la figura 2 indican un movimiento descendente del dispositivo flotante 82 de estabilización y que la cimentación 1 está lista para ser remolcada y se puede reutilizar el dispositivo flotante 82 de estabilización para ayudar a la siguiente cimentación durante el lastrado de la cimentación, en una fase en la que la cimentación no es estable.

20

La figura 3 es una vista en planta del dispositivo 82 de estabilización flotante y de la cimentación mostrados en las figuras 1 y 2.

25 Como se ilustra en las figuras 1 - 3, la primera realización del dispositivo 82 de estabilización flotante comprende una sección inferior 84 de soporte, que proporciona un área de soporte sobre la que se puede colocar la cimentación. Hay cuatro columnas 83a-d que se extienden hacia arriba desde la sección inferior 84 de soporte. En la realización ilustrada, cada una de las columnas 83a-d está conectada a una región respectiva de cada una de las cuatro esquinas de la sección inferior de soporte. Según se ilustra por medio de la figura 3, las columnas 83a-d están conectadas a la sección inferior 84 de soporte por medio de brazos respectivos 85 que se proyectan, a una distancia d desde el área de la esquina respectiva de la sección inferior de soporte.

30

35 Tanto la sección inferior 84 de soporte, como los brazos 85 y las columnas 83a-d comprenden cuerpos huecos, por ejemplo separados por tabiques internos (no mostrados), que pueden ser llenados de fluido de lastre de forma controlada por medio de válvulas y orificios (no mostrados). Las columnas están diseñadas de forma que una porción superior se extienda por encima de la superficie del agua, incluso cuando el dispositivo se encuentre en un estado lastrado.

La distancia d, en comparación con el área de soporte de la sección inferior 84 de soporte, puede estar dimensionada para proporcionar la estabilidad más favorable para la aplicación real.

40 Con este dispositivo flotante de estabilización, se puede soportar una cimentación 1 durante la transferencia desde una condición de calado pequeño a grande mientras que solo está parcialmente lastrada. El dispositivo flotante de estabilización elimina la necesidad de diseñar la cimentación 1 de forma que sea estable de forma flotante durante tal transferencia en un estado vertical. Por lo tanto, no es necesario añadir peso a la cimentación hasta que se encuentra en una posición en la que ha de ser instalada en el lecho marino. Esto produce ahorros en forma de tamaño reducido del cuerpo de la cimentación 1.

45 Se describirá ahora una segunda realización del dispositivo flotante de estabilización según la invención con referencia a las figuras 4 - 6.

En esta segunda realización, el dispositivo flotante 90 de estabilización comprende dos módulos 90a,b, teniendo cada uno una forma que es complementaria a la forma de una región inferior de la cimentación 1. La figura 6 muestra cómo montar un módulo 90a en torno a la mitad de la circunferencia de la cimentación 1.

50 Cada módulo 90a,b comprende una sección inferior respectiva 94a,b que está adaptada para una conexión y/o un contacto con una porción correspondiente de la cimentación 1. Tal porción de contacto puede ser un reborde 91 en la cimentación, que se describe con más detalle a continuación con referencia a la figura 5. En la realización ilustrada, la cimentación y su región complementaria de contacto en cada uno de los módulos 90a,b son cuerpos circulares. Sin embargo, se considerará que otras formas se encuentran dentro del alcance de la invención.

5 Un número de columnas 93 conectadas a cada sección inferior 94a,b y se extienden hacia arriba cuando el dispositivo flota en el agua. Cada sección inferior 94a, b y las columnas 93 comprenden cuerpos huecos, por ejemplo separados por tabiques internos (no mostrados), que pueden ser llenados con fluido de lastre de forma controlada por medio de válvulas y orificios (no mostrados). Las columnas están diseñadas de forma que una porción superior se extiende por encima de la superficie del agua, incluso cuando el dispositivo se encuentra en un estado lastrado.

10 La figura 4 muestra una vista lateral de la cimentación flotante 1 en la que se ha conectado el dispositivo flotante modular 90 de estabilización. Se proporciona la conexión de soporte vertical entre cada uno de los módulos 90a,b del dispositivo 90 y la cimentación 1 por medio de un elemento 91 de reborde en la parte inferior de la cimentación (véase la figura 5). La interconexión entre los dos módulos 90a,b se proporciona por medio de una respectiva unión de enganche, chaveta o similar. Cada módulo 90a,b está dotado de un respectivo elemento 92a,b de enganche, estando orientado el elemento 92a de enganche en el primer módulo 90a hacia abajo mientras que el elemento 92b de enganche en el segundo módulo 90b está orientado hacia arriba.

15 La figura 5 ilustra el procedimiento de conectar el dispositivo modular 90 a una cimentación 1. Aquí, el primer módulo 90a ha sido lastrado, movido hasta hacer contacto con la cimentación, y luego deslastrado suficientemente para que el primer módulo 90a haga contacto con el elemento 91 de reborde. La flecha en la figura 5 indica que el segundo módulo 90b está siendo movido hacia la cimentación en una condición lastrada y tiene un mayor calado que el primer módulo 90a. Cuando el segundo módulo 90b se encuentra en su lugar contra la cimentación 1, se deslastra el segundo módulo, haciendo que se eleve hasta hacer contacto con el elemento 91 de reborde y con lo cual los elementos 92b de enganche se unen con el elemento 92a de enganche en el primer módulo 90a. De esta manera, se forma una estructura rígida 90 de soporte para la cimentación.

20

El procedimiento de conexión descrito anteriormente con referencia a la figura 5 puede ser llevado a cabo cuando la cimentación se encuentre apoyada sobre el lecho marino, por ejemplo mientras está siendo montada junto a un muelle cercano, o cuando se encuentra flotando en el agua sin estar lastrada ni completada.

25 Como se ha mencionado anteriormente, los módulos 90a,b y las columnas asociadas 93 están diseñados como cuerpos huecos, preferentemente en una forma que rodean la cimentación a lo largo de su periferia, por ejemplo circular como puede verse en las figuras. El cuerpo de cada módulo 90a,b comprende una sección inferior 94 que se asemeja a un pontón y un número de columnas verticales 93. Los módulos primero y segundo 90a,b del dispositivo modular flotante 90 están diseñados para condiciones de flotación libre (es decir, no fijados a la cimentación) en una posición vertical estable. En esta etapa se inunda la sección inferior 94 con agua de lastre. Se llevan a cabo ajustes finos de calado, requeridos para acoplarse con la cimentación y desacoplarse de la misma, cambiando la cantidad de agua de lastre en la o las columnas verticales dedicadas 93. La sección inferior 94 está diseñada de forma que se encuentre bien inundada o bien vacía; por lo tanto no hay ninguna superficie libre de agua durante las operaciones. Además, debido a su diseño, los movimientos inducidos por las olas se reducen muchísimo.

30

35 La figura 6 es una vista en planta de la cimentación 1 fijada al primer módulo 90a, similar a lo que se muestra en la figura 5. El fin del dispositivo flotante modular 92 de estabilización es proporcionar un área adicional de plano del agua a la cimentación flotante 1 y, por lo tanto, hacerla estable durante el remolque y la instalación.

40 La invención es particularmente adecuada para suministros desde el sitio de montaje con una profundidad limitada de agua por la ruta de remolque, para una aplicación en aguas poco profundas, en particular en el intervalo entre 8 m y 35 m.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (82; 90a,b) de estabilización flotante para un movimiento en un cuerpo de agua (W), **caracterizado por**
- 5
- una sección inferior (84; 94a,b) de soporte que comprende uno o más cuerpos huecos lastrables para soportar de forma flotante y soltable un elemento (1) que se apoya sobre la sección inferior de soporte, y
  - una pluralidad de columnas (83a-d; 93) que comprenden uno o más compartimentos huecos y que se extienden desde la sección inferior de soporte en una dirección genéricamente ascendente cuando el dispositivo de estabilización se encuentra flotando en el agua.
- 10
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el elemento (1) comprende un elemento inestable hueco (1) de cimentación.
3. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que la sección inferior (84) de soporte comprende un área de soporte sobre la que se puede colocar el elemento (1).
- 15
4. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que las columnas (83a-d) están conectadas a la sección inferior de soporte por medio de brazos respectivos (85) que se proyectan una distancia (d) desde la sección inferior de soporte.
5. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, que comprende un primer módulo (90a) y un segundo módulo (90b), comprendiendo cada módulo (90a,b) una sección inferior respectiva (94a,b) de soporte y una pluralidad de columnas (93) que se extienden desde la sección inferior de soporte.
- 20
6. El dispositivo de la reivindicación 5, en el que cada módulo (90a,b) comprende una forma que es complementaria con una región correspondiente en el elemento (1) y con un medio (91) de contacto en el elemento, por lo que el dispositivo soporta de forma flotante el elemento (1).
7. El dispositivo de la reivindicación 5 o 6, en el que cada módulo (90a,b) comprende uniones respectivas (92a,b) de enganche, por lo que los módulos (90a,b) pueden ser interconectados para formar un dispositivo de
- 25
- estabilización flotante unitario (90).

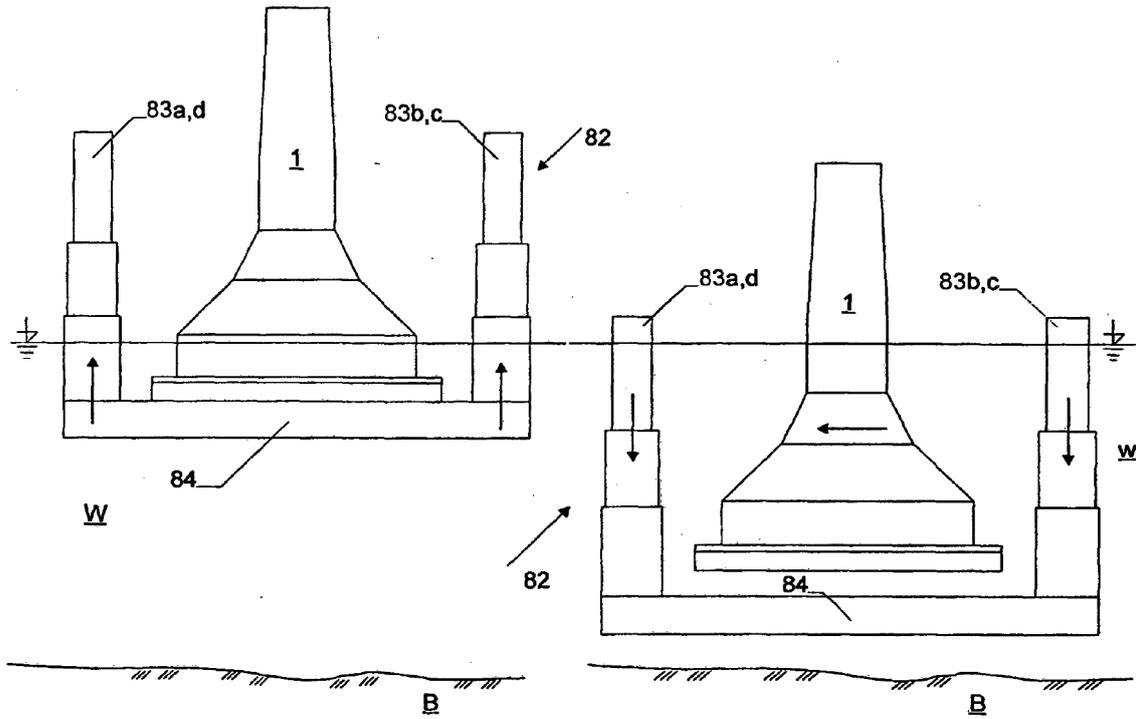


Fig. 1

Fig. 2

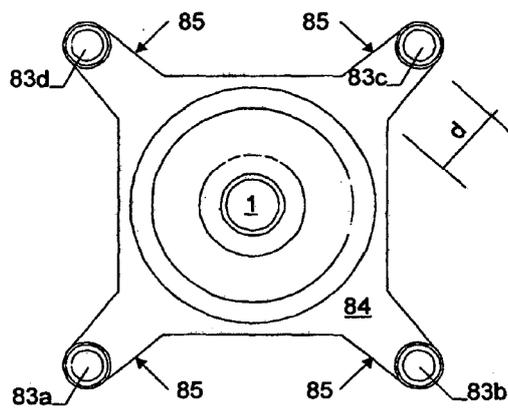


Fig. 3

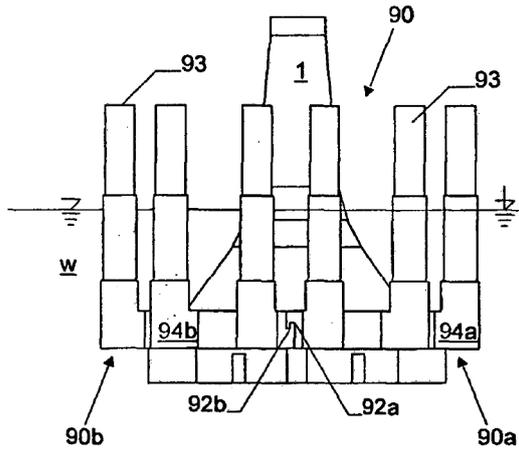


Fig. 4

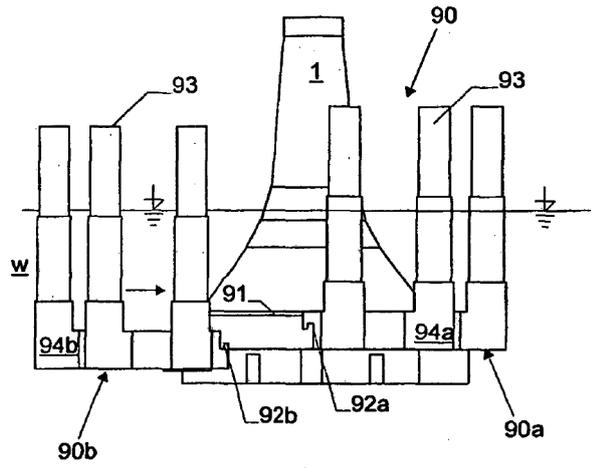


Fig. 5

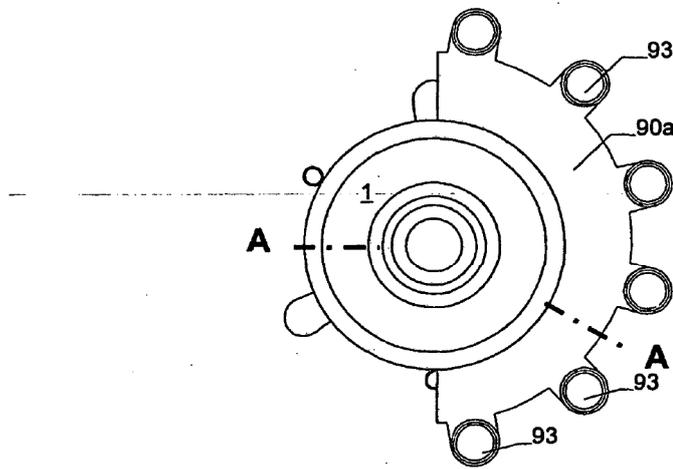


Fig. 6