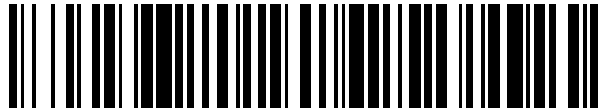


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 294**

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2013 E 13162119 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2647767**

54 Título: **Cimentación de aerogenerador off-shore**

30 Prioridad:

05.04.2012 FR 1253163

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.11.2015

73 Titular/es:

**DCNS (100.0%)
40-42, rue du Docteur Finlay
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

MOIRET, CYRILLE, JACQUES

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 551 294 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 de aerogenerador off-shore

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a los aerogeneradores off-shore.
- [0002]** Se refiere en primer lugar a una cimentación de aerogenerador off-shore, del tipo descrito en el preámbulo de la reivindicación 1.
- 10 **[0003]** US-7 163 355 B2 describe una cimentación de este tipo, en el cual cada puntal y su guía están equipados con un dispositivo de desplazamiento relativo a cilindros múltiples y a cremalleras.
- [0004]** Cuando la cimentación, o el aerogenerador completo, llega a su lugar de operaciones, estos dispositivos de desplazamiento permiten hacer descender cada puntal hasta su contacto con el fondo marino, después elevar la plataforma a la altura deseada por encima del nivel del mar.
- 15 **[0005]** Esta concepción requiere por tanto unos puntales de estructuras complejas y numerosos cilindros, los cuales solo se utilizan durante la instalación en el sitio, después permanecen en su lugar. Una cimentación según el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por el documento EP 2 317 123 A.
- 20 **[0006]** La invención tiene como objeto suministrar una solución más económica y más sencilla de realizar.
- [0007]** A tal efecto, la invención tiene como objeto una cimentación de aerogenerador off-shore del tipo precitado, **caracterizada porque** cada puntal es libremente deslizable en su guía.
- 25 **[0008]** La reivindicación 2 describe un modo de realización ventajoso de esta cimentación. La invención tiene igualmente como objeto un aerogenerador off-shore que comprende:
- 30 - una cimentación tal como se ha definido anteriormente;
- un poste de aerogenerador montado sobre el soporte del poste; y
- un conjunto góndola-rotor montado en la región superior del poste.
- [0009]** Otras características de este aerogenerador se describen en las reivindicaciones de 4 a 6.
- 35 **[0010]** La invención tiene incluso como objeto un procedimiento de colocación de un aerogenerador off-shore, tal como se ha descrito en la reivindicación 7.
- [0011]** Unos modos de aplicación de este procedimiento se describen en las reivindicaciones de 8 a 10.
- 40 **[0012]** Unos ejemplos de realización de la invención se van a describir ahora con respecto a unos dibujos anexos, en los cuales:
- la figura 1 representa esquemáticamente, en perspectiva, un aerogenerador off-shore conforme a la invención cuya plataforma está dispuesta por encima de la superficie del agua;
- 45 - la figura 1A es una vista análoga de una variante con plataforma sumergida;
- la figura 2 representa esquemáticamente a mayor escala, en perspectiva desde arriba, la cimentación del aerogenerador de la figura 1;
- las figuras 3A y 3B representan a mayor escala, en vista de lado, dos configuraciones posibles del extremo inferior de los puntales de la cimentación representada en la figura 2;
- 50 - la figura 4 representa esquemáticamente, en perspectiva, una gabarra de transporte del aerogenerador;
- la figura 5 representa esquemáticamente, en vista de lado, una gabarra de trabajo asociada;
- la figura 6 representa esquemáticamente, en vista de lado, un dispositivo de desplazamiento relativo adaptado para la elevación de la plataforma;
- la figura 7 ilustra esquemáticamente, por una vista en perspectiva, el bloqueo en posición de la plataforma con respecto a los puntales;
- 55 - la figura 8 es una vista a mayor escala, en semi-corte meridiano, del detalle VIII de la figura 7; y
- la figura 9 representa esquemáticamente, en vista de lado, una variante de dispositivo de desplazamiento relativo.
- [0013]** El aerogenerador off-shore 1 representado en la figura 1 está constituido por una cimentación 2 y una

superestructura 3. Todos los elementos estructurales del aerogenerador están realizados de acero.

[0014] La cimentación 2 comprende una plataforma 4 y tres puntales 5 de apoyo sobre el fondo marino 6. En el ejemplo representado, la plataforma está destinada a estar posicionada por encima de la superficie 7 del mar 8, a una altura superior a la alcanzada por las olas más altas previsible en la región considerada.

[0015] La plataforma 4, que se ve mejor en la figura 2, tiene una forma de estrella regular de tres puntas 9. Cada punta está realizada a partir de perfiles metálicos y delimita una cavidad 10 de balastado cuya función se mostrará más adelante.

10

[0016] Cada punta 9 consta, cerca de su extremo libre, de un manguito vertical 11 que atraviesa la plataforma en toda su altura y sobresale hacia arriba por encima de la superficie superior de esta. El extremo inferior del manguito 11 llega hasta la cara inferior de la plataforma, como se ve en la figura 6.

[0017] En su centro, la plataforma 4 lleva un tubo 13 que sobresale sobre su superficie superior. Este tubo, equipado con tres contrafuertes 14, recibe y posiciona la base del poste 15 de la superestructura 3.

[0018] Cada puntal 5 está constituido por un tubo cuya longitud es tal que cuando está apoyado sobre el fondo marino y cuando la plataforma está en su posición de servicio, el extremo superior del puntal sobresale por encima del manguito 11, como se representa en la figura 1. El radio exterior R_e del tubo (figura 8) es ligeramente inferior al radio interior R_i del manguito 11. Así, el tubo 5 es libremente deslizable verticalmente en el manguito, con un espacio anular 16 entre ellos.

[0019] Cada tubo 5 está cerrado en su base por un pie 17 que puede tener diversas configuraciones en función de la naturaleza del fondo marino. Por ejemplo, el pie 17 puede ser cónico y del mismo diámetro que el puntal (figura 3A) o en forma de zapata alargada de punta central dirigida hacia abajo (figura 3B).

[0020] Como es conocido en sí, la superestructura 3 consta, además del poste 15, un conjunto góndola 18 - rotor 19 fijado en el extremo superior del poste y equipado con un generador de electricidad.

30

[0021] El aerogenerador 1 consta por supuesto de todos los equipamientos de acceso a la plataforma, de tratamiento de la electricidad producida, de control, de manipulación, etc. habituales en el ámbito de los aerogeneradores off-shore. Estos equipamientos no se representan y no se describirán con más detalle.

[0022] La instalación del aerogenerador descrita de este modo se realiza por medio de una gabarra de transporte 20 (figura 4) y una gabarra de trabajo 21 (figura 5).

[0023] La gabarra de transporte 20 es una gabarra de cubierta plana, por ejemplo automotriz y capaz de transportar dos aerogeneradores 1 completos hasta su lugar de operaciones. Como variante, cada aerogenerador puede ponerse en flotación por medio de un conjunto de cámaras de flotabilidad y remolcado hasta su lugar de operaciones.

[0024] La gabarra de trabajo 21 es una gabarra de dimensiones más pequeñas que la gabarra 20 y es por ejemplo automotriz y de forma rectangular. La gabarra 21 está equipada en cada esquina con un manguito 22 que sobresale hacia arriba y que atraviesa la gabarra. En este manguito se desliza un puntal tubular de posicionamiento 23 cerrado en su base por un pie. La gabarra 21 está equipada para cada puntal con un mecanismo de subida/bajada de este puntal, por ejemplo del tipo de piñón y cremallera.

[0025] La gabarra 21 consta de una cubierta plana sobre la cual se prevén los diversos equipamientos necesarios para la instalación del aerogenerador: una grúa 25, tres dispositivos elevadores 26, una bomba de agua de mar 27 y una bomba de hormigón 29 asociada a un depósito de hormigón 30. Como se describe más adelante, para la instalación de un aerogenerador con plataforma sumergida, la gabarra 21 está equipada además con una bomba de gravilla 28, mientras que los dispositivos 26 son reemplazados por unos dispositivos de bajada.

[0026] Cada dispositivo elevador 26 es un cabrestante lineal constituido esencialmente por un conjunto de cilindros verticales 31 y un conjunto de cables. Los cuerpos de los cilindros se fijan a una placa horizontal inferior 32, mientras que los vástagos de pistón de los dos cilindros se fijan a una placa horizontal superior 33. Las placas 32 y 33 constan de unos medios de sujeción unidireccional de cables. El control alternativo de los cilindros permite hacer subir el dispositivo a lo largo de los cables cuando estos están unidos a un punto alto fijo.

[0027] Tales dispositivos son bien conocidos en el ámbito de la construcción y de las obras públicas y son por ejemplo unos cilindros de tracción de cable comercializados por la sociedad ENERPAC.

5 **[0028]** La gabarra 21 consta igualmente de diversos dispositivos de accionamiento y de control, no representados, que permiten aplicar las etapas de instalación del aerogenerador que se van a describir ahora.

(1) El aerogenerador es transportado a su lugar de operaciones por la gabarra 20, con la plataforma colocada sobre la cubierta 34 de la gabarra y los puntales 5 en posición alta. En esta posición, los pies 17 se encuentran justo por
10 debajo del nivel de la cubierta 34 y son sumergidos por tanto. Los puntales son mantenidos en esta posición alta por unas cuñas provisionales apropiadas no representadas.

(2) Las gabarras 20 y 21 se llevan a su lugar, estando los puntales 23 de la gabarra 21 en posición alta.

15 (3) La gabarra 21 opera de manera que posicione la flecha 35 de la grúa 25 por encima de un primer puntal 5, después la gabarra 21 se posiciona por descenso de sus cuatro puntales 23 y apoyo de estos sobre el fondo marino.

(4) Por su gancho de elevación (36), la grúa toma un órgano de suspensión 37 (figura 2) previsto en la parte superior del puntal 5, las cuñas de este puntal se retiran y la grúa provoca la bajada del puntal hasta que apoye su pie 17
20 sobre el fondo marino. Durante esta bajada, el puntal se llena de agua gracias a unas aperturas previstas sobre la altura del puntal.

(5) La grúa toma a continuación un primer dispositivo de desplazamiento 26 y lo deposita sobre la plataforma 4, en las inmediaciones del manguito 11. Un equipo engancha un extremo de los cables 38 (figura 6) al órgano 37, los
25 hace pasar sobre una guía semicircular 39 fijada en la parte superior del puntal (figuras 2 y 6) y los hace pasar a través del dispositivo 26. La placa inferior 32 del dispositivo 26 se engancha sobre la plataforma, cerca del manguito 11.

(6) La gabarra 21 opera para llevar la flecha de la grúa por encima de un segundo puntal, después se posiciona por
30 medio de sus puntales 23 y se repiten las etapas (4) y (5).

(7) La gabarra 21 opera para llevar la flecha de la grúa por encima del tercer puntal 5, después se posiciona por medio de sus puntales 23 y se repiten las etapas (4) y (5).

35 (8) Los tres cabrestantes lineales 26 se accionan simultáneamente de forma que suban ligeramente a lo largo de los cables 38. Esta operación eleva ligeramente la plataforma 4, la cual se extrae de la cubierta 34 de la gabarra 20. Esta se aleja entonces.

(9) Los puntales 5, en apoyo sobre el fondo marino, asentados por unos esfuerzos alternados por llenado de agua de mar del balasto 10 situado cerca de cada puntal y contenido en la plataforma, alternado con un vaciado del
40 balasto.

Para ello, por medio de un tubo no representado, la bomba 27 de la gabarra 21 llena y vacía alternativamente los balastos 10 de la plataforma.

45 (10) Los tres cabrestantes lineales 26 se accionan simultáneamente para continuar su ascenso a lo largo de los cables 38. Al hacerlo, llevan hacia arriba la plataforma 4, hasta que alcanza la altitud deseada.

(11) Estando así la plataforma en su posición definitiva, esta posición se bloquea de la manera siguiente, ilustrada en las figuras 7 y 8 para uno de los puntales 5.

50

El manguito 11 está equipado previamente, sobre su superficie interior, con varios anillos circulares soldados 40. El puntal 5 está equipado previamente, sobre su superficie exterior situada en frente del manguito 11, con varios anillos circulares soldados 41. Los anillos 41 se desplazan aproximadamente medio paso con respecto a los anillos 40.

55 Por medio de un tubo 42, la bomba 29 inyecta en el espacio anular 16 que separa el puntal 5 del manguito 11 hormigón extraído del depósito 30.

La misma operación se repite para cada puntal. El fraguado del hormigón bloquea la plataforma en su posición, con una seguridad incrementada por la presencia de los anillos 40 y 41.

Como variante, este bloqueo de la plataforma en posición se puede realizar con la ayuda de cuñas mecánicas.

(12) Los tres cabrestantes lineales 26 se desmontan y la grúa 25 los vuelve a llevar sobre la gabarra 21.

5

Cabe destacar que cuando esto es necesario, los puntales 23 de la gabarra 21 se vuelven a subir para devolver a esta gabarra su movilidad y permitirle así desplazarse de un puntal 5 al otro y de un balasto 10 al otro.

La instalación del aerogenerador 1 termina entonces. La gabarra 21 se puede desplazar hasta el lugar de instalación de un nuevo aerogenerador, por ejemplo de un aerogenerador análogo igualmente llevado por la gabarra 20. El procedimiento de instalación descrito anteriormente permite construir en tierra firme la totalidad del aerogenerador y reducir el coste de este. En efecto los puntales 5 son unos simples tubos que se deslizan libremente en un manguito de la plataforma y los dispositivos de elevación 26, que solo sirven una vez para cada aerogenerador, durante su instalación, se recuperan y reutilizan para la instalación de todos los aerogeneradores sucesivos.

15

Cuando se instala un aerogenerador 101 con plataforma sumergida (figura 1A), como se ilustra en la figura 9, los cabrestantes lineales 26 se reemplazan por unos simples cabrestantes 43 de tambor 44.

Estos cabrestantes, llevados inicialmente por la gabarra 21, se colocan y fijan en la parte superior de cada puntal después de la bajada de este, después su cable 45 se engancha a un gancho 46 previsto sobre la plataforma cerca del manguito 11.

20

Tales cabrestantes 43 permiten hacer descender la plataforma 4 hasta una posición de servicio situada por debajo del nivel del mar.

Así, para instalar el aerogenerador, se efectúan las etapas de (1) a (7) anteriores. Después, en lugar de la etapa (8), se balasta la gabarra 20 para extraer el aerogenerador y permitir alejar la gabarra 20. La etapa (10) se reemplaza por el accionamiento simultáneo de los cabrestantes 43 a fin de hacer descender la plataforma hasta la profundidad deseada.

Por último, después de la etapa (12) de retirada de los cabrestantes 43, se procede a la etapa suplementaria siguiente:

(13) Por medio de la bomba de gravilla 28, la gravilla contenida ya sea en un depósito llevado por la gabarra 21 o en una gabarra auxiliar no representada, se envía a través de un tubo no representado en los balastos 10 de la plataforma, para completar el lastrado del aerogenerador. Los balastos 10 pueden, en este caso, estar abiertos hacia arriba.

35

[0029] Por supuesto, en cada caso varios dispositivos de desplazamiento relativo 26, 43 se pueden asociar a cada puntal 5.

40

REIVINDICACIONES

1. Cimentación (2) de aerogenerador off-shore, del tipo que comprende:
- 5 - una plataforma (4) que lleva un soporte (13) de poste de aerogenerador en su región central y varias guías (11) de puntal en su región periférica;
- varios puntales (5) de los cuales cada uno se puede desplazar entre una posición alta de transporte y unas posiciones bajas de apoyo sobre el fondo marino (6),
- 10 **caracterizada porque** cada puntal (5) es libremente deslizable en su guía (11).
2. Cimentación (2) de aerogenerador offshore según la reivindicación 1, **caracterizada porque** comprende unos medios (16, 40, 41) de bloqueo de cada puntal (5) en posición en su guía (11).
- 15 3. Aerogenerador off-shore (1), **caracterizado porque** comprende:
- una cimentación (2) según la reivindicación 1 ó 2;
- un poste (15) de aerogenerador montado sobre el soporte (3) de poste; y
- 20 - un conjunto góndola (18)-rotor (19) montado en la región superior del poste (15).
4. Aerogenerador (1) según la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada puntal (5) es bloqueado en su lugar en su guía (11) por un anillo de material endurecible, especialmente hormigón, colado en un espacio anular (16) situado entre el puntal (5) y la guía (11).
- 25 5. Aerogenerador (1) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** al menos una de las superficies cilíndricas en frente del puntal (5) y de la guía (11) está equipada con al menos un relieve (40, 41) que sobresale hacia la otra de estas superficies.
- 30 6. Aerogenerador (1) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** cada una de dichas superficies cilíndricas está equipada con al menos un anillo circular (40, 41) que constituye dicho relieve, siendo desplazados los anillos de las dos superficies verticalmente unos con respecto a otros.
7. Procedimiento de colocación de un aerogenerador off-shore (1), **caracterizado porque:**
- 35 a) se transporta sobre el lugar de operaciones una cimentación (2) según la reivindicación 1 ó 2 o un aerogenerador (1) según cualquiera de las reivindicaciones de 3 a 6, con los puntales (5) en posición alta;
- b) se lleva y se posiciona en su sitio al menos una gabarra de trabajo (21) que lleva:
- 40 - una grúa (25); y
- para cada puntal (5), al menos un dispositivo (26, 43) de desplazamiento relativo del puntal con respecto a la plataforma (4);
- 45 c) por medio de la grúa, se hace descender sucesivamente cada puntal hasta que esté apoyado sobre el fondo marino (6);
- d) se posiciona cada dispositivo de desplazamiento relativo de manera que coopere con el puntal asociado y con la plataforma (4);
- 50 e) accionando simultáneamente los dispositivos de desplazamiento relativo (26, 43), se desplaza verticalmente la plataforma (4) hasta su posición de servicio deseada;
- f) se bloquea la plataforma (4) en posición con respecto a los puntales; y
- 55 g) se retiran los dispositivos de desplazamiento relativo (26, 43) de la cimentación (2) y de los puntales (5) y se reemplazan estos dispositivos sobre la gabarra de trabajo (21).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** se utiliza una gabarra de trabajo (21)

equipada con una reserva de material endurecible (30), especialmente hormigón, y una bomba (29) para este material, y después de la etapa (c), se bloquea en su lugar cada puntal (5) con respecto a la plataforma (4) por inyección de dicho material en un espacio anular (16) situado entre el puntal y la guía asociada (11).

5 9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** se utiliza una gabarra de trabajo (21) equipada con una bomba de agua (27) y, después de la etapa (c), se asientan los puntales (5) llenando de agua de mar y vaciando de forma repetida unos balastos (10) previstos sobre la plataforma (4).

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 7 a 9, para la colocación de un aerogenerador (101) con plataforma (4) sumergida, caracterizado porque se utiliza una gabarra de trabajo (21) equipada con una bomba de gravillas (28) y, después de la etapa (e), se lastra la cimentación llenando unos balastos (10) de la plataforma (4) con unas gravillas.

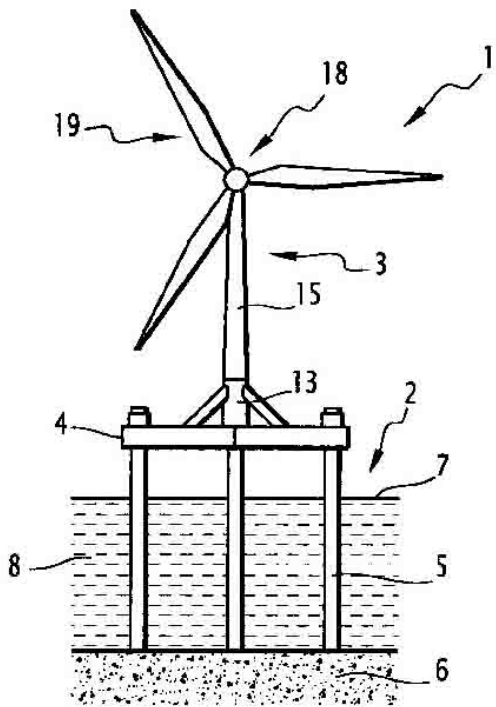


FIG. 1

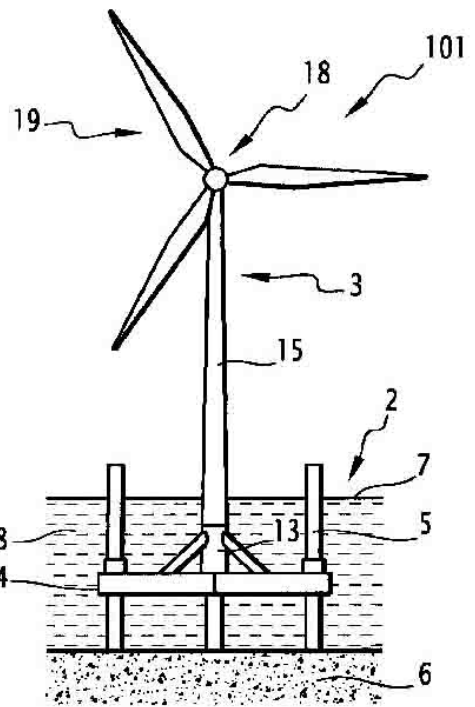


FIG. 1A

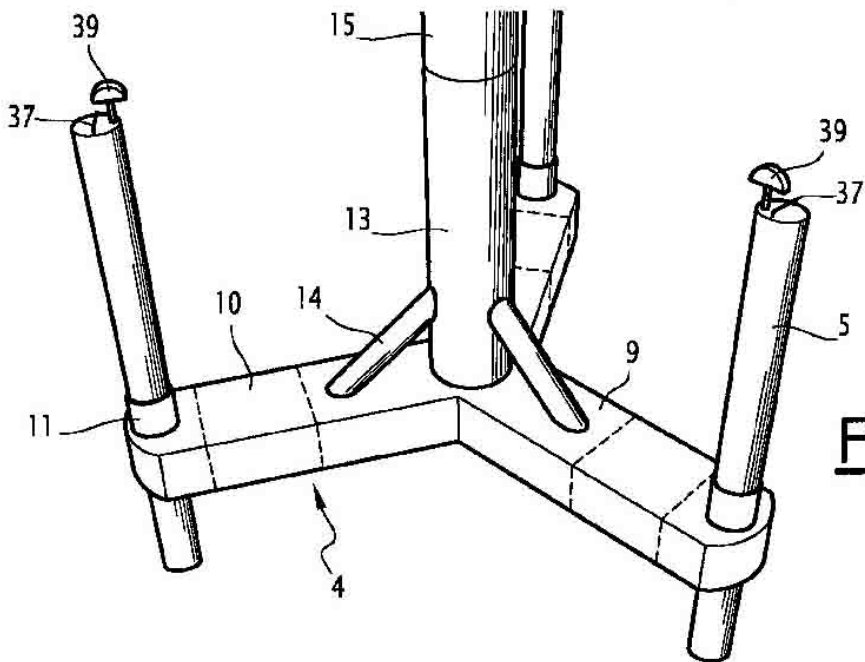


FIG. 2

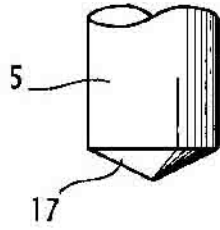


FIG. 3A

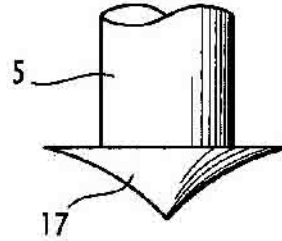


FIG. 3B

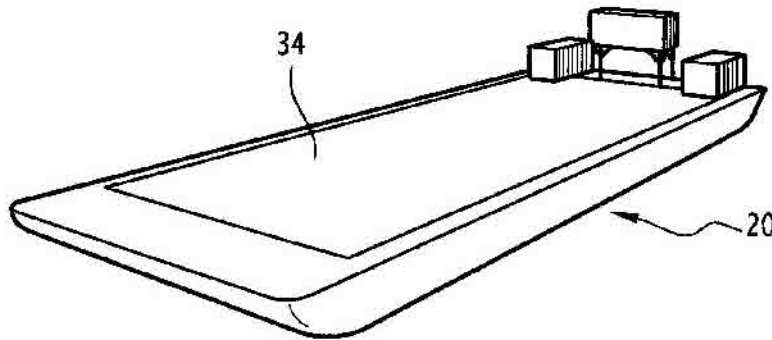


FIG. 4

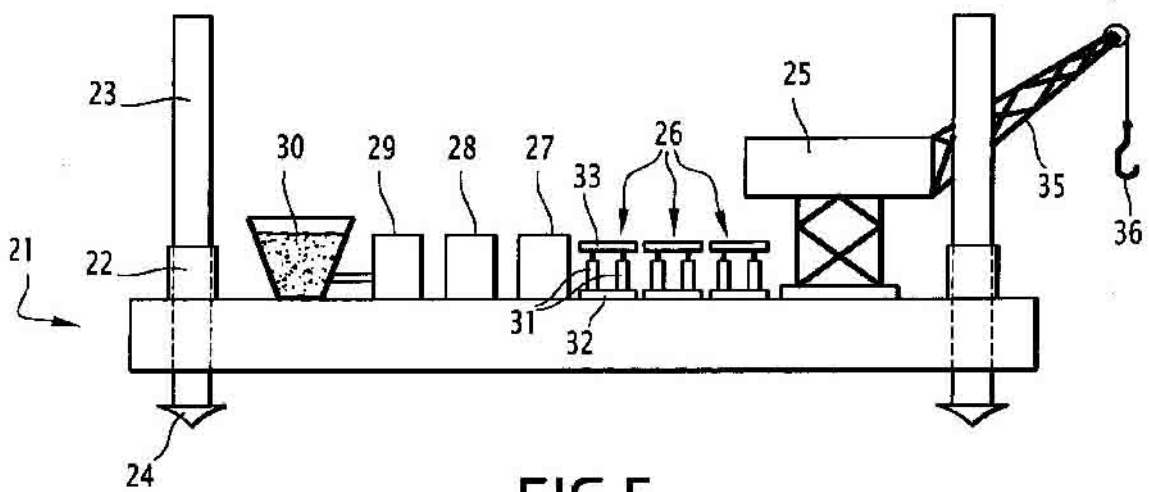


FIG. 5

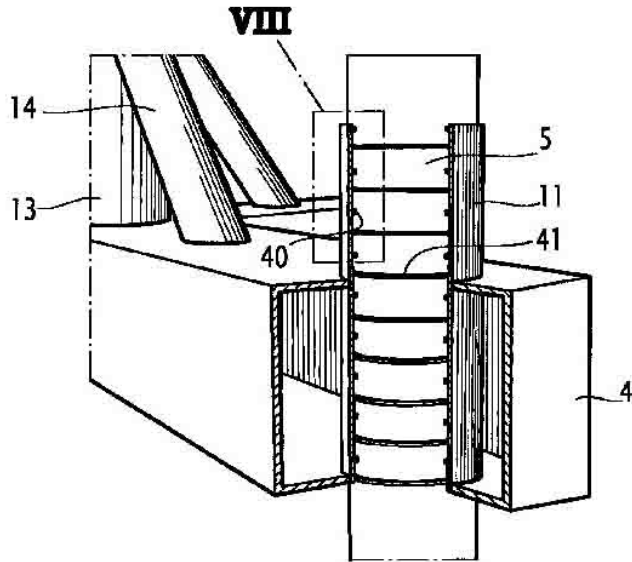
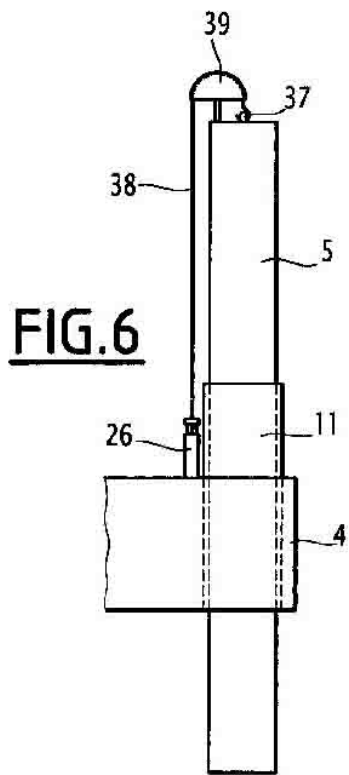


FIG. 7

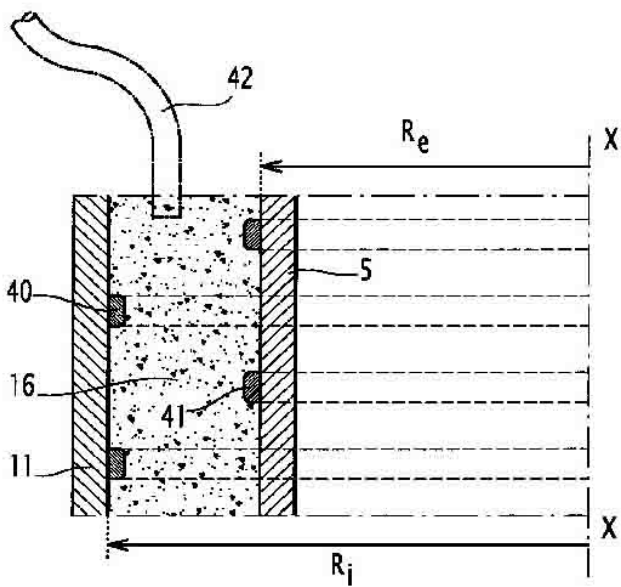


FIG. 8

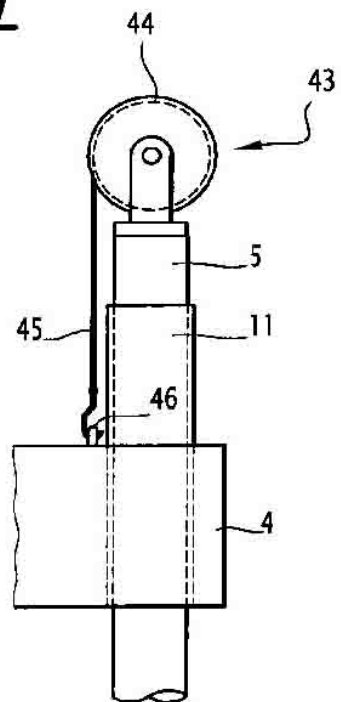


FIG. 9