

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 757**

51 Int. Cl.:

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 29/09 (2006.01)

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013 E 13702453 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2753765**

54 Título: **Construcción de cimentación de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, a instalar de manera silenciosa, y procedimiento de montaje para ello**

30 Prioridad:

03.02.2012 DE 102012100901

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

08.03.2016

73 Titular/es:

**VALLOUREC DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Theodorstrasse 109
40472 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**DENKER, ANDREAS;
GENGE, NICO;
JOSAT, OLE;
BRUNS, CLAAS y
HOJDA, RALF**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 562 757 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).

Construcción de cimentación de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, a instalar de manera silenciosa, y procedimiento de montaje para ello

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a una construcción de cimentación de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, con al menos un elemento de cimentación que puede anclarse al fondo marino excluyéndose una cimentación por gravedad y excluyéndose una cimentación flotante, y una estructura de soporte fijada a éste, para la fijación de la instalación marítima. La invención también se refiere a un procedimiento para el
10 montaje de esta construcción de cimentación sobre un fondo marino.

En relación con la presente invención, se reúnen bajo el concepto instalaciones marítimas, plataformas marítimas y aerogeneradores marítimos. Las plataformas marítimas también comprenden las llamadas plataformas de perforación. Los cimientos conocidos en general para instalaciones marítimas, particularmente aerogeneradores marítimos (OWEA por sus siglas en alemán), pueden dividirse en dos zonas de construcción. La primera zona de construcción es una estructura de soporte con muy altas exigencias de fatiga, que comienza en el fondo marino y alcanza su final en una unión por bridas con la torre del OWEA. La unión por bridas soporta la torre y una turbina del OWEA y desvía las cargas y actuaciones generadas por ellos. La segunda zona de construcción es un elemento de
15 cimentación, que recoge las cargas producidas por la carga de soporte, la torre y la turbina eólica, las desvía al suelo y que se encuentra por debajo de la estructura de soporte en el fondo marino. La totalidad del OWEA consiste por lo tanto en la cimentación con el elemento de cimentación y la estructura de soporte, así como en la torre y en la turbina.

Para la cimentación de un OWEA en el fondo marino, se conoce del documento DE 20 2010 010 094 U1, la utilización de llamados pilotes clavados (*Piles*) como elementos de cimentación, que dependiendo de la construcción presentan un diámetro de aproximadamente 1,5 m a aproximadamente 6 m. La cantidad de los pilotes utilizados es dependiente de la correspondiente estructura de soporte. Según el estado de la técnica actual, se conocen diferentes construcciones de acero como estructuras de soporte, que se cimentan por ejemplo, con la ayuda de pilotes clavados: monopilar, emparrillado, pilar triple y trípode.
25

Una estructura de soporte de emparrillado conocida del documento EP 2 067 913 A2, se fija con cuatro pilotes clavados al fondo marino, mientras que los pilares triples y los trípodes necesitan tres pilotes clavados con un diámetro mayor. Para un monopilar es suficiente un pilote clavado, que en comparación con otras cimentaciones presenta no obstante, un diámetro esencialmente mayor. Además de ello, se conoce del documento DE 20 2011 101 599 U1 una construcción de soporte hexagonal, que se cementa con seis pilotes.
30

Dependiendo de la construcción y de la naturaleza del fondo, los pilotes se clavan en el fondo marino hasta 65 metros de profundidad. Alcanzan un peso de aproximadamente 220 a 700 toneladas, dependiendo de la naturaleza del fondo y de la elección de la estructura de soporte. Los extremos inferiores de la estructura de soporte, los pies de la estructura de soporte, pueden unirse con los pilotes de cimentación de tal manera, que los pies de la estructura de soporte se empujen hacia el interior de los pilotes de cimentación que presentan un diámetro mayor. El pilote de cimentación y el pie de la estructura de soporte se unen entre sí a continuación, por ejemplo, mediante una mezcla de cemento especial (unión por lechada).
40

Además de la posibilidad de cimentación con pilotes clavados, también se conocen fundamentos por gravedad como cimentación para aerogeneradores marítimos del documento DE 10 2010 012 094 B3. Estos consisten en hormigón armado y pueden pesar hasta aproximadamente 7000 toneladas.
45

Además de ello, se conoce ya de la solicitud de patente internacional WO 2011/030167 A1 una fijación de turbinas de centrales mareomotrices bajo el nivel del mar mediante pilotes inyectados perforados verticalmente en el fondo marino. La utilización de pilotes inyectados en relación con aerogeneradores marítimos, se describe en el documento de solicitud de patente americana US 2011/0061321 A1. Los pilotes inyectados se utilizan no obstante, según un tipo de solución híbrida junto con una cimentación por gravedad.
50

Además de ello, se describe en el documento de patente británica GB 880 467 una utilización de pilotes clavados para la fijación de estructuras de cimentación tipo poste de celosía sobre el fondo marino. El documento de solicitud de patente americana US 2011/0293379 A1 divulga estructuras de anclaje tipo poste de celosía fijadas sobre el fondo marino mediante pilotes inyectados, a las que se fijan, a modo de una cimentación flotante, amarras de instalaciones marítimas flotantes.
55

El procedimiento de autorización para la construcción de parques eólicos marítimos influye en una alta medida la elección de las técnicas marítimas a utilizar. En Alemania es responsable del procedimiento de autorización, la Oficina Federal Marítima e Hidrográfica (BSH por sus siglas en alemán). En caso de consultas y conflictos en relación con el tema de la protección de la naturaleza, interviene adicionalmente la Oficina Federal para la Protección de la Naturaleza (BfN por sus siglas en alemán), en el procedimiento de autorización.
60
65

- En lo que se refiere a las estructuras de soporte y elementos de cimentación, se decide en el procedimiento de autorización, si la construcción propuesta por el explotador puede utilizarse como elemento de cimentación y estructura de soporte. En la decisión desempeñan un papel fundamental aspectos de influencia en el medio ambiente, pero también las exigencias técnicas. En lo que se refiere a la realización de OWEAs, se tienen en cuenta particularmente soluciones lo más respetuosas posibles con el medio ambiente, las cuales eviten un sellado del fondo marino o lo reduzcan.
- En estos momentos concurren entre sí, en dependencia de la profundidad del agua, esencialmente seis estructuras de cimentación diferentes, monopilares, fundamentos por gravedad, trípode, pilares triples, emparrillados, y un anclaje flotante. A excepción de los fundamentos por gravedad, normalmente todas las estructuras se cimentan con pilotes clavados. Los martillos de anclaje pesados utilizados para el proceso de clavado, ocasionan importantes emisiones de ruido y de sacudidas. Estas emisiones se liberan tanto en el aire, como también en el agua y representan una carga notable para la naturaleza y el entorno.
- Las especies en peligro son entre otros, las poblaciones de peces, los lobos marinos y las focas grises, las ballenas, particularmente, las marsopas, y la fauna del fondo (bentos). El valor umbral para la presión del ruido se encuentra en estos momentos en 160 dB a 750 m de distancia de la fuente de emisión. No obstante, este valor normalmente se supera notablemente durante el clavado.
- Debido a las cargas para el entorno marítimo, se obliga a los explotadores de los parques eólicos y a las empresas de instalación, a utilizar medidas reductoras del ruido durante los trabajos de clavado. Éstas se encuentran no obstante en estos momentos, aún en fase de pruebas. Se utilizan entre otros, las llamadas aguas amortiguadoras. No obstante, no se ha aclarado hasta ahora, si esta amortiguación del ruido es suficiente para permanecer por debajo del valor umbral. Además de ello, las aguas amortiguadoras son vulnerables en caso de corrientes marinas, de manera que se reduce su efecto amortiguador del ruido. La utilización de las aguas amortiguadoras conlleva además de ello, mucho tiempo y costes elevados y de esta manera no es económica.
- En lo que se refiere a la compatibilidad medioambiental, también se valoran como críticos, los fundamentos por gravedad. Los fundamentos por gravedad se fabrican a partir de hormigón armado, y tienen debido a su forma y a su principio de actuación, en comparación con otras soluciones, una utilización de espacio muy grande y sellan en la zona de la cimentación el fondo marino, el cual entonces ya no es útil para la fauna y la flora del fondo. Este tipo de cimentaciones requieren adicionalmente un cierre del fondo laborioso y que conlleva mucho tiempo. Debido a ello se realizan por norma cimentaciones con pilotes y no cimentaciones por gravedad en el caso de aerogeneradores marítimos.
- Para cálculos estáticos y dinámicos de las actuaciones de las cargas sobre el fondo marino, son necesarios además de ello, reconocimientos geológicos en cada potencial lugar. Esto conlleva tiempo y costes elevados.
- Otro punto importante en el procedimiento de autorización, es la garantía, de que los OWEAs pueden volver a retirarse tras su utilización. La duración del uso de un OWEA se indica como de 20 a 25 años. Tras el cierre, ha de llevarse a cabo el desmantelamiento, en el que han de retirarse los pilotes clavados o los fundamentos por gravedad.
- Es tarea de la invención proporcionar una construcción de cimentación de instalación silenciosa de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, y un procedimiento de montaje para ello, que presente una alta compatibilidad medioambiental durante la instalación y que pueda realizarse de manera sencilla y económica.
- Esta tarea se soluciona mediante una construcción de cimentación con las características de la reivindicación 1 y un procedimiento de montaje con las características de la reivindicación 23. En las reivindicaciones 1 a 22, así como 24 y 25, se indican configuraciones de la construcción de cimentación ventajosas.
- La enseñanza de la invención comprende una construcción de cimentación de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, con al menos un elemento de cimentación que puede anclarse al fondo marino excluyéndose una cimentación por gravedad y excluyéndose una cimentación flotante, y una estructura de soporte fijada a éste, para la fijación de la instalación marítima, que está caracterizada por que el elemento de cimentación es un pilote, que puede introducirse en el fondo marino mediante perforación y/o mediante vibración, que puede fijarse en el fondo marino con un material orgánico y/o inorgánico y que está alineado en un ángulo con respecto a una vertical sobre el fondo marino.
- Con el anclaje mediante pilotes, que pueden introducirse en el fondo marino mediante perforación y/o mediante vibración, la presente invención comprende una construcción de cimentación económica, de ahorro de tiempo y respetuosa con el medio ambiente, mediante la cual pueden respetarse sin problemas todas las especificaciones medioambientales.
- El material orgánico y/o inorgánico es preferiblemente endurecible, para realizar una fijación rápida y de carácter duradero del pilote en el fondo marino.

En relación con la invención se entiende con el concepto “excluyéndose una cimentación por gravedad y excluyéndose una cimentación flotante”, que la construcción de cimentación está configurada según uno de los siguientes tipos: monopilares, trípode, cuadrípode, pilar triple y emparrillado. También ha de entenderse de tal manera el concepto “en un ángulo con respecto a una vertical sobre el fondo marino” que se hace referencia a una normal con respecto a la superficie del fondo marino, es decir, una recta que está alineada en ángulo recto con respecto al fondo marino. Según esto, en el caso de un fondo marino horizontal, la vertical sobre el fondo marino es una vertical en el espacio, y en el caso de un fondo marino inclinado frente a una horizontal, la vertical sobre el fondo marino es una recta en un ángulo con respecto a una vertical en el espacio. En el caso de un fondo marino curvado, la relación se produce con respecto a una tangente correspondiente.

Además de ello, se entiende el concepto “introducción por vibración” en el sentido de una reunión de una vibración dirigida perpendicularmente hacia abajo sobre el pilote, para lograr una delimitación por el contrario con un clavado mediante una reunión de golpes individuales sobre un pilote clavado. La introducción por vibración también se denomina como introducción por sacudidas.

Según la enseñanza de la invención, la utilidad principal se encuentra sobre todo en que al utilizar pilotes, que pueden introducirse en el fondo marino mediante perforación y/o mediante vibración, puede renunciarse al clavado de pilotes. Estos pilotes según la invención pueden introducirse de manera silenciosa y de manera muy respetuosa con el medio ambiente mediante perforación y/o mediante vibración, en el fundamento de construcción. En comparación con soluciones conocidas, la construcción de cimentación según la invención puede realizarse de una manera más sencilla y rápida, y es con ello una solución claramente más económica. Se hacen innecesarios trabajos de clavado intensivos en ruido y que conllevan mucho tiempo.

Mediante la cimentación con los pilotes según la invención, claramente no se supera el valor umbral permitido de 160 dB. Mientras que los procedimientos de clavado actuales producen hasta aproximadamente 230 dB, en el caso de la instalación de un OWEA según la presente invención, se emite por ejemplo, al introducir por perforación un pilote en el fondo, solo un volumen de ruido de aproximadamente 65 dB y durante el proceso de instalación no son necesarias por lo tanto soluciones de amortiguación de ruido laboriosas, como por ejemplo, aguas amortiguadoras. Los tiempos de instalación marítima puede acortarse y de esta manera también la dependencia de condiciones climáticas estables.

Los pilotes según la invención, pueden introducirse en el fondo de una manera muy silenciosa y libre de sacudidas, así como con ahorro de tiempo, como pilote de cimentación. En este caso, el pilote de cimentación se introduce por perforación en el fondo, creándose un espacio anular entre el agujero de la perforación y el pilote, que mediante un material orgánico y/o inorgánico endurecible, introducido al mismo tiempo o después del proceso de perforación, como por ejemplo, un mortero de cemento, puede fijarse en el fondo marino y que se rellena por toda la longitud en el fundamento de construcción. La fuerza a recoger en el estado de funcionamiento, se transmite mediante la unión del pilote y de materia comprimida a lo largo de la totalidad de la longitud del pilote, produciéndose la transmisión de la carga al fondo, mediante fricción de superficie. Dependiendo de la carga a transmitir y de la naturaleza del fundamento de construcción, se elige la cantidad de pilotes necesarios y la inclinación de los pilotes con respecto a la vertical del fondo marino. Los pilotes están fijados inclinados con respecto a la vertical para aumentar la transmisión de la carga en el plano del fondo marino.

El ángulo del pilote con respecto a la vertical, es preferiblemente de 5-85°, particularmente de 10 a 45°. De esta manera pueden aumentarse las cargas que pueden transmitirse al fondo marino. De manera particularmente ventajosa está previsto, que el pilote presente al menos un diámetro de 60 mm.

En una configuración particular, el al menos un pilote introduce cargas en el fondo marino en todas las direcciones espaciales. De esta manera pueden continuar aumentándose las cargas horizontales que pueden transmitirse al fondo marino en comparación con pilotes introducidos verticalmente.

Debido a ello está previsto además de manera ventajosa, que el elemento de cimentación consista en varios pilotes y forme un sistema de cimentación.

Para continuar aumentando las cargas que pueden transmitirse al fondo marino, se disponen al menos tres pilotes en el fondo marino, de tal manera que sus extensiones longitudinales se dirigen en tres direcciones que se alejan entre sí.

Según otra enseñanza de la invención, el pilote es preferiblemente un pilote de anclaje con un tubo de acero acanalado como elemento de soporte, que sirve igualmente como barra de perforación perdida, como tubo de inyección y como elemento de soporte de acero permanente (elemento de armadura). Como material para el pilote puede tenerse en cuenta un acero de construcción, como por ejemplo, S 355 J2H o S 460NH.

Mediante la utilización de los pilotes, puede solicitarse la construcción según la invención en lo que se refiere a tracción, a presión, a flexión y a fatiga. De esta manera pueden recogerse y transmitirse todas las influencias aero-servo-hidroelásticas.

Otra característica esencial de la construcción según la invención, es la posibilidad de proporcionar uniones separables, que facilitan esencialmente el montaje y la capacidad de desmantelamiento de la construcción.

5 Según el estado de la técnica actual, las soluciones marítimas tienen que soldarse en tierra cerca de la costa y desde allí embarcarse. Debido al tamaño de este tipo de construcciones, no es posible un transporte por vía terrestre, por lo tanto la producción tiene que llevarse a cabo con una infraestructura adecuada en la proximidad de un puerto. Esto requiere un alto esfuerzo logístico de costes y que conlleva mucho tiempo, y limita la elección de los centros de producción a unas pocas ubicaciones.

10 La invención permite que los componentes del OWEA puedan montarse y desmontarse de manera sencilla mediante uniones separables, como uniones atornilladas o de bayoneta y similares. De esta manera, los componentes pueden construirse hasta un tamaño, que aún sea transportable, independientemente del lugar, y llevarse a continuación hasta un puerto de carga y unirse allí o en un barco de montaje entre sí. Además de ello, debido a la separabilidad de las uniones, puede cumplirse de manera esencialmente más sencilla y más económica, la exigencia del
15 desmantelamiento.

Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, los pilotes y la estructura de soporte están unidos entre sí a través de un elemento de acoplamiento separado – preferiblemente de manera separable -. La unión entre el elemento de acoplamiento y la estructura de soporte, y la unión entre el elemento de acoplamiento y el pilote, puede estar configurada en unión de materiales y/o en unión de arrastre de fuerza y/o en unión positiva. Para ello el elemento de acoplamiento presenta correspondientes conexiones para la fijación tanto de la estructura de soporte, como también de los pilotes, pudiendo estar dispuestos por ejemplo, en el caso de un monopilar, la conexión para la fijación de la estructura de soporte, por ejemplo, en el centro del correspondiente elemento de acoplamiento, y las conexiones para la fijación de los pilotes, por ejemplo, en las esquinas del elemento de acoplamiento.
20

Otra característica ventajosa de la invención, prevé que el elemento de acoplamiento esté configurado como un elemento de estructura de rejilla, que consiste preferiblemente en tubos. Los tubos pueden estar configurados como tubos sin costuras producidos mediante laminado en caliente y/o conformados en frío y/o soldados a partir de banda laminada en caliente y/o como perfiles con sección transversal abierta, y pueden presentar dependiendo de la exigencia, una geometría de sección transversal igual o diferente, como una sección transversal redonda o con esquinas, triangular, rectangular, cuadrada o poligonal, o una combinación de ellas.
25
30

Dado que los elementos de acoplamiento han de introducir la carga del aerogenerador en la cimentación del pilote a través de la estructura de soporte, y debido a ello están sometidos en una gran medida a exigencias mecánicas, se han llevado a cabo investigaciones amplias, para determinar estructuras de cimentación óptimas.
35

El elemento de estructura de rejilla está configurado según esto ventajosamente dependiendo de las exigencias, como estructura tridimensional, con forma cúbica, con forma de tetraedro truncado, con forma de cono o con forma de pirámide truncada y con una superficie de base circular, triangular o cuadrada o poligonal. El elemento de estructura de rejilla presenta en este caso ventajosamente una estructura de montantes, de bastidor o de entramado, para poder transmitir de manera óptima las cargas. En el caso de una superficie de base circular, los pilotes están dispuestos preferiblemente de manera circular. Cuando el elemento de estructura de rejilla presenta una superficie de base poligonal, hay dispuestos en las esquinas pilotes de esquina, que se apoyan sobre el fondo marino y que sirven como alojamiento para los pilotes.
40
45

El elemento de estructura de rejilla está producido preferiblemente a partir de acero y/o de cemento u hormigón y/o de materiales compuestos.

La producción de la cimentación se facilita notablemente debido a que el elemento de acoplamiento ya está dispuesto antes del montaje de la estructura de soporte sobre el fondo marino y puede anclarse a través de las conexiones mediante los pilotes en el fondo.
50

Alternativamente, puede estar previsto que el elemento de acoplamiento esté dispuesto por encima del fondo marino, preferiblemente a una distancia de entre 1 y 5 m, y pueda anclarse mediante el al menos un pilote en el fondo marino.
55

La conexión entre el pilote y el elemento de acoplamiento puede producirse tanto por el lado interior, por el lado exterior, por ambos lados o de manera central en el elemento de estructura de rejilla. Según otra característica ventajosa de la invención, los pilotes de esquina del elemento de estructura de rejilla que se alzan sobre el fondo, sirven como guía para los pilotes, de manera que según la forma del elemento de estructura de rejilla, los pilotes pueden introducirse mediante perforación o vibración en el fondo, a través de los pilotes de esquina, en un ángulo con respecto a la vertical, e inyectarse en el fondo por ejemplo, con suspensión de cemento. Esto tiene la ventaja de que no son necesarias conexiones separadas.
60

En lo que se refiere a la proyección, la invención presenta además, ventajas de reducción de costes y de tiempo. Como se ha descrito, actualmente tienen que llevarse a cabo reconocimientos del fondo laboriosos. Mediante la
65

técnica de perforación y/o de vibración y de inyección según la invención, para el anclaje de los elementos de acoplamiento al fondo, se reemplaza el proceso de clavado. La perforación puede llevarse a cabo en el fondo marino por ejemplo, bajo una ventosa de aspiración o en el agua por parte de buzos, máquinas o robots. También es concebible la perforación y/o la vibración por encima de la superficie del agua mediante un tubo de guía largo.

5 Una ventaja de esta técnica se da debido a la posibilidad de adaptación flexible a las condiciones marco geológicas. Mediante la elección de cabezales de perforación adecuados, pueden perforarse tanto arena, como limo, así como también piedra sólida. Con estas características positivas, los reconocimientos del fondo marino laboriosos y costosos son necesarios en una medida mucho menor.

10 Según la enseñanza de la invención, se reduce la recogida de muestras de fondo, con lo que resulta una ventaja ecológica más. Además de ello, mediante la forma de construcción de la construcción de la cimentación, se limita el sellado del fondo. Una característica individual adicional es que es posible de una manera sencilla el desmantelamiento exigido.

15 De manera particularmente preferida, el pilote es un pilote inyectado perforado, particularmente un pilote de perforación e inyección.

20 Es particularmente ventajosa una utilización de la construcción de cimentación según la invención, para una cimentación de un aerogenerador marítimo.

El procedimiento para el montaje según la invención, de esta construcción de cimentación, se caracteriza por que primeramente se ancla el elemento de acoplamiento mediante pilotes introducidos en el fondo marino y posteriormente se conecta la estructura de soporte al elemento de acoplamiento.

25 Según una primera alternativa, el elemento de acoplamiento se coloca sobre el fondo marino y a continuación, se ancla allí.

30 En el caso de una segunda alternativa, se introducen primeramente el o los pilotes de tal manera en el fondo marino, que terminan por encima del fondo marino y se conecta a continuación el elemento de acoplamiento a los pilotes introducidos de esta manera y posteriormente se conecta la estructura de soporte al elemento de acoplamiento.

35 La presente invención se explica con más detalle mediante formas de realización y otros aspectos y en relación con las siguientes figuras, sin limitarse no obstante a ello. Las formas de realización, junto con sus variantes, así como los otros aspectos de la invención, pueden combinarse a voluntad entre sí, siempre y cuando del contexto no resulte claramente lo contrario. Muestran:

40 La figura 1 una representación esquemática de una construcción de cimentación según la invención con elemento de acoplamiento y conexión a un trípode en vista lateral,
 La figura 2 una representación como la de la figura 1, pero con conexión a un emparrillado,
 La figura 3 una representación como la de la figura 1, pero con conexión a un pilar triple,
 La figura 4 una representación como la de la figura 1, pero con conexión a un monopilar,
 La figura 5 ejemplos de elementos de acoplamiento según la invención en representación esquemática superior,
 Las figuras 6 a 14 elementos de acoplamiento según la invención como elementos de estructura de rejilla en vista en 3D.

50 La figura 1 muestra una construcción 1 de cimentación según la invención con un elemento 3 de acoplamiento y conexión a un trípode para una instalación marítima, que está configurada como aerogenerador marítimo, en vista lateral. Puede verse la construcción 1 de cimentación, consistente en una estructura 2 de soporte configurada como trípode, elementos de acoplamiento 3 y pilotes 5 como elementos de cimentación en el fondo marino 4. La estructura 2 de soporte está anclada con pilotes 5 sobre el fondo marino 4 a través de tres elementos de acoplamiento 3. Los pilotes 5 están configurados preferiblemente como pilotes inyectados, que pueden introducirse en el fondo marino mediante perforación o mediante vibración. A continuación, se fijan entonces los pilotes 5 en el fondo marino 4 con un material orgánico y/o inorgánico preferiblemente endurecible. En este caso, los pilotes 5 están alineados con su extensión longitudinal en un ángulo con respecto a una vertical sobre el fondo marino. En el presente caso, el fondo marino 4 se extiende horizontalmente, de manera que la vertical sobre el fondo marino 4 coincide con una vertical en el espacio. En caso de estar el fondo marino 4 inclinado, una vertical sobre el fondo marino 4, encierra en el sentido de una normal con respecto al fondo marino, un ángulo con respecto a una vertical en el espacio. El ángulo del pilote 5 con respecto a la vertical sobre el fondo marino 4 es de 5-85°, preferiblemente de 10 a 45°. El pilote 5 presenta además, al menos un diámetro de 60 mm.

65 El al menos un pilote 5 también puede transmitir al fondo marino 4 cargas en todas las direcciones espaciales, dado que su extensión longitudinal está alineada en un ángulo con respecto a la vertical sobre el fondo marino 4. El ángulo es de 5-85°, y excluye de esta manera la normal con respecto al fondo marino. Preferiblemente hay dispuestos al menos tres pilotes 5 por cada elemento 3 de acoplamiento, en el ejemplo de realización mostrado, cuatro pilotes 5, de tal manera en el fondo marino 4, que los pilotes 5 se dirigen con sus extensiones longitudinales

en direcciones que se alejan entre sí.

Los elementos de acoplamiento 3 forman de esta manera un tipo de adaptador para unir los pilotes 5 con la estructura 2 de soporte. Además de ello, los elementos de acoplamiento 3 están configurados como elementos de estructura de rejilla, en el presente ejemplo, en forma de pirámide truncada como estructura de montantes (véase también la figura 9), consistiendo el elemento de estructura de rejilla en tubos con sección transversal redonda. Los pilotes de esquina 6 dispuestos en las cuatro esquinas del tronco de la pirámide sirven en este ejemplo ventajosamente como tubos de guía para los pilotes 5 para el anclaje de los tres elementos de acoplamiento 3 en el fondo marino 4, de manera que son superfluas guías para los pilotes 5 dispuestas por separado en el elemento 3 de acoplamiento.

Durante la instalación de la construcción 1 de cimentación primeramente se colocan los elementos de acoplamiento 3 sobre el fondo marino 4. A continuación, en este ejemplo, se empujan los pilotes 5, configurados preferiblemente como anclajes de perforación-inyección, a través de los pilotes de esquina 6 en las cuatro esquinas del tronco de la pirámide y se anclan en el fondo marino 4 mediante perforación e inyección. La unión entre los pilotes 5 y los elementos de acoplamiento 3 se establece de manera separable a través de una conexión atornillada (no representada en este caso).

Alternativamente puede estar previsto, que el elemento 3 de acoplamiento se disponga por encima del fondo marino 4, preferiblemente a una distancia de entre 1 y 5 m, y pueda anclarse mediante el al menos un pilote 5 en el fondo marino 4.

A diferencia del estado de la técnica, la estructura 2 de soporte por lo tanto ya no se ancla directamente sobre el fondo marino 4, sino indirectamente a través de elementos de acoplamiento 3. Tras la instalación o anclaje del elemento 3 de acoplamiento en el fondo marino 4, se coloca la estructura 2 de soporte sobre el elemento 3 de acoplamiento y se conecta con medios adecuados en unión positiva, de arrastre de fuerza y/o de materiales.

Dependiendo de la configuración de la estructura 2 de soporte y de los elementos de acoplamiento 3, los pilotes 5 y la estructura 2 de soporte, están dispuestos en el centro del correspondiente elemento 3 de acoplamiento y/o en sus lados exteriores, lados interiores, centralmente o en las esquinas.

En una configuración preferida, el pilote 5 es un pilote de perforación-inyección, particularmente un pilote de anclaje con un tubo de acero acanalado como elemento de soporte, que sirve en igual medida como barra de perforación perdida, como tubo de inyección y como elemento de soporte de acero permanente (elemento de armadura). Como material para el anclaje de perforación-inyección puede tenerse en cuenta un acero de construcción, como por ejemplo, S 355 J2H o S 460NH.

El procedimiento según la invención para el montaje de la construcción 1 de cimentación sobre el fondo marino 4 comprende esencialmente los siguientes pasos de procedimiento:

- posicionar la construcción 1 de cimentación según la invención sobre la superficie del fondo marino 4, comprendiendo ésta, al menos un elemento 3 de acoplamiento para el alojamiento de componentes dispuestos por encima, como estructura 2 de soporte, torre y turbina de un OWEA;
- introducir mediante perforación o vibración al menos un pilote 5 en el fondo marino 4 para el anclaje del elemento 3 de acoplamiento;
- inyectar lechada de cemento, hormigón, mortero u otros materiales de construcción a través del anclaje de inyección en el fondo marino 4 que le rodea configurando una zona solidificada; y
- unir el anclaje de inyección con el elemento 3 de acoplamiento.

Es posible igualmente, que se introduzcan primeramente el o los pilotes 5 de tal manera en el fondo marino 4, que terminen por encima del fondo marino 4 y el elemento 3 de acoplamiento se conecte a continuación a los pilotes 5 introducidos de esta manera y posteriormente la estructura 2 de soporte se conecte al elemento 3 de acoplamiento.

La figura 2 muestra una construcción 1 de cimentación según la invención con conexión a un emparrillado como construcción de soporte 2 en vista lateral. La estructura de la construcción 1 de cimentación y la cimentación mediante los pilotes 5 puede compararse con la de la figura 1, de manera que puede renunciarse a una descripción detallada. Al contrario que para la cimentación de un trípode, en el presente caso, los apoyos del emparrillado no se colocan sobre los elementos de acoplamiento 3, sino que éstos están dispuestos centralmente en el elemento 3 de acoplamiento y unidos con éste y se encuentran directamente sobre el fondo marino 4.

La figura 3 muestra otro ejemplo de aplicación para una estructura 2 de soporte configurada como pilar triple y la figura 4 para una como monopilar.

En la figura 5 se representan ejemplos de formas básicas de elementos de acoplamiento 3 según la invención de manera esquemática en vista superior, que pueden utilizarse dependiendo de las exigencias. Los ejemplos que se representan no representan una lista cerrada y no están limitados en lo que se refiere a otras formas posibles. Los

elementos de acoplamiento 3 están configurados como elementos de estructura de rejilla con una estructura de rejilla, que están configurados como cimientos planos, celosías, sistemas de montantes, y presentan superficies de base triangulares (no representadas en este caso), circulares, cuadradas o poligonales. En el caso de una superficie de base circular, los pilotes 5 están dispuestos preferiblemente circularmente.

5 Las figuras 6 a 14 muestran otras formas de realización de elementos de acoplamiento 3 según la invención como elemento de estructura de rejilla en una vista en 3D.

Las figuras 6 y 7 muestran una estructura de rejilla tridimensional en forma cúbica para una cimentación plana.

10 Las figuras 8 a 12 muestran ejemplos de formas de realización en forma de tetraedro (figura 8) y en forma de tronco de pirámide (figuras 9 y 10), de los elementos de estructura de rejilla con celosía (figuras 8, 10, 12) o sistema de montantes (figuras 9 y 11). También son concebibles formas en forma de cono.

15 En las figuras 13 y 14 se representan como ejemplos adicionales elementos de estructura de rejilla en forma de octógono en lo que a la superficie de base se refiere como elementos de acoplamiento 3. El elemento de estructura de rejilla según la figura 13 presenta una estructura de montantes y el elemento según la figura 14 una estructura de celosía. Los elementos de acoplamiento 3 de los dos elementos de estructura de rejilla presentan en el extremo superior una abertura central para el alojamiento de por ejemplo, un monopilar como estructura 2 de soporte, que se hace pasar a través de la abertura del elemento 3 de acoplamiento y a continuación se une con él. Los alojamientos para el anclaje del elemento 3 de acoplamiento en el fondo marino 4 se forman en estos ejemplos ventajosamente mediante los pilotes de esquina 6 dispuestos con inclinación, que están configurados como llamados perfiles huecos, cuadrados. A través de estos pilotes de esquina 6 se empuja el anclaje de perforación-inyección (no representando en este caso) y tras el anclaje en el fondo marino 4 se une entre sí con el elemento 3 de acoplamiento ventajosamente de manera separable, por ejemplo, mediante atornillado.

Resumiendo, han de mencionarse las siguientes ventajas de la construcción 1 de cimentación según la invención:

30 a) frente al estado de la técnica actual emisiones de ruido claramente menores durante el proceso de instalación,
 b) estabilidad claramente mayor debido a profundidades de excavación más reducidas,
 c) protección de la fauna y la flora del fondo debido a un sellado del fondo muy reducido,
 d) ahorro de costes y de tiempo debido a:

- 35 - ahorro de material debido a estructura de la construcción de cimentación optimizada en la actuación,
- reconocimientos del terreno de cimentación menos laboriosos,
- utilización de barcos de instalación más pequeños,
- posicionamiento más sencillo del cuerpo de cimentación debido a su peso más reducido,
- intervalo de tiempo de instalación mayor debido a proceso optimizado y a los elementos de acoplamiento según la invención elegidos,

40 e) combinación optimizada y coordinada de elemento de acoplamiento y pilote.

f) La construcción de cimentación puede adaptarse sin gran esfuerzo a la mayoría de las estructuras de soporte que se utilizan actualmente.

45 El elemento de estructura de rejilla está producido a partir de acero y/o de cemento y hormigón y/o de materiales combinados. Los elementos de estructura de rejilla son preferiblemente tubos, particularmente tubos sin costuras producidos mediante laminado en caliente y/o conformados en frío y/o soldados a partir de banda laminada en caliente y/o perfiles con sección transversal abierta. Los tubos presentan geometrías de sección transversal iguales o diferentes, como una sección transversal redonda o con esquinas, triangular, rectangular, cuadrada o poligonal, o una combinación de ellas.

50 El presente ejemplo de realización se refiere a aerogeneradores marítimos. La construcción 1 de cimentación según la invención puede utilizarse en general también para plataformas marítimas, como por ejemplo, las llamadas plataformas de perforación.

55 Lista de referencias

- 1 Construcción de cimentación
- 2 Estructura de soporte
- 60 3 Elemento de acoplamiento
- 4 Fondo marino
- 5 Pilote
- 6 Pilote de esquina

65

Reivindicaciones

- 5 1. Construcción (1) de cimentación de una instalación marítima, particularmente de un aerogenerador marítimo, con al menos un elemento de cimentación que puede anclarse al fondo marino excluyéndose una cimentación por gravedad y excluyéndose una cimentación flotante, y una estructura (2) de soporte fijada a éste, para la fijación de la instalación marítima, **caracterizada por que** el elemento de cimentación es un pilote (5) que puede introducirse en el fondo marino mediante perforación y/o mediante vibración, que puede fijarse en el fondo marino con un material orgánico y/o inorgánico y que está alineado en un ángulo con respecto a una vertical sobre el fondo marino.
- 10 2. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el ángulo del pilote (5) con respecto a la vertical es de 5-85°, particularmente de 10 a 45°.
- 15 3. Construcción de cimentación según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el pilote (5) presenta al menos un diámetro de 60 mm.
4. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el al menos un pilote (5) transmite cargas en el fondo marino en todas las direcciones espaciales.
- 20 5. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** el elemento de cimentación consiste en varios pilotes (5).
- 25 6. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 5, **caracterizada por que** para el aumento de las cargas transmisibles al fondo marino, hay dispuestos al menos tres pilotes (5) de tal manera en el fondo marino, que sus extensiones longitudinales están dirigidas en tres direcciones que se alejan entre sí.
7. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** el al menos un pilote (5) y la estructura (2) de soporte están unidos entre sí a través de un elemento (3) de acoplamiento de transmisión de fuerza.
- 30 8. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** el al menos un pilote (5) y la estructura (2) de soporte están unidos entre sí de manera separable a través de un elemento (3) de acoplamiento.
- 35 9. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada por que** la unión entre el elemento (3) de acoplamiento y la estructura (2) de soporte y la unión entre el elemento (3) de acoplamiento y el al menos un pilote (5) está configurada en unión de materiales y/o de arrastre de fuerza y/o positiva.
- 40 10. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizada por que** el elemento (3) de acoplamiento está configurado como un elemento de estructura de rejilla.
- 45 11. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla consiste en tubos, particularmente en tubos sin costuras producidos mediante laminado en caliente y/o conformados en frío y/o soldados a partir de banda laminada en caliente y/o perfiles con sección transversal abierta.
- 50 12. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 11, **caracterizada por que** los tubos presentan una geometría de sección transversal igual o diferente, como una sección transversal redonda o con esquinas, triangular, rectangular, cuadrada o poligonal, o una combinación de ellas.
13. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla presenta una superficie de base poligonal con pilotes de esquina (6) dispuestos en las esquinas, que se apoyan sobre el fondo marino y sirven como alojamiento para los pilotes (5).
- 55 14. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla presenta una superficie de base circular, triangular, cuadrada o poligonal.
- 60 15. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 14, **caracterizada por que** en el caso de una superficie de base circular, los pilotes están dispuestos preferiblemente de manera circular.
16. Construcción (1) de cimentación según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla está producido a partir de acero y/o cemento u hormigón y/o materiales compuestos.
- 65 17. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla presenta una forma cúbica, en forma de tronco de tetraedro, en forma de cono o en forma de tronco de pirámide.

18. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 10 a 17, **caracterizada por que** el elemento de estructura de rejilla presenta una estructura de montantes, de bastidor o de celosía.

5 19. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 7 a 18, **caracterizada por que** el elemento (3) de acoplamiento está dispuesto sobre el fondo marino (4) y puede anclarse en el fondo marino mediante el al menos un pilote (5).

10 20. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 7 a 18, **caracterizada por que** el elemento (3) de acoplamiento está dispuesto por encima del fondo marino (4), preferiblemente con una separación de entre 1 y 5 m, y puede anclarse en el fondo marino mediante el al menos un pilote (5).

21. Construcción (1) de cimentación según una de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada por que** el pilote (5) es un pilote inyectado perforado.

15 22. Utilización de una construcción (1) de cimentación según una o varias de las reivindicaciones 1 a 21 para un aerogenerador marítimo.

20 23. Procedimiento para el montaje de una construcción (1) de cimentación según una o varias de las reivindicaciones 7 a 21 sobre un fondo marino (4), **caracterizado por que** primeramente se ancla el elemento (3) de acoplamiento mediante pilotes (5) introducidos en el fondo marino (4), y a continuación, se conecta la estructura (2) de soporte al elemento (3) de acoplamiento.

25 24. Procedimiento según la reivindicación 23, **caracterizado por que** el elemento (3) de acoplamiento se coloca sobre el fondo marino (4) y a continuación, se ancla.

30 25. Procedimiento según la reivindicación 23, **caracterizado por que** primeramente se introducen en el fondo marino de tal manera el o los pilotes (5), que terminan por encima del fondo marino y el elemento (3) de acoplamiento se conecta a continuación a los pilotes (5) introducidos de esta manera y posteriormente se conecta la estructura (2) de soporte al elemento (3) de acoplamiento.

35

40

45

50

55

60

65

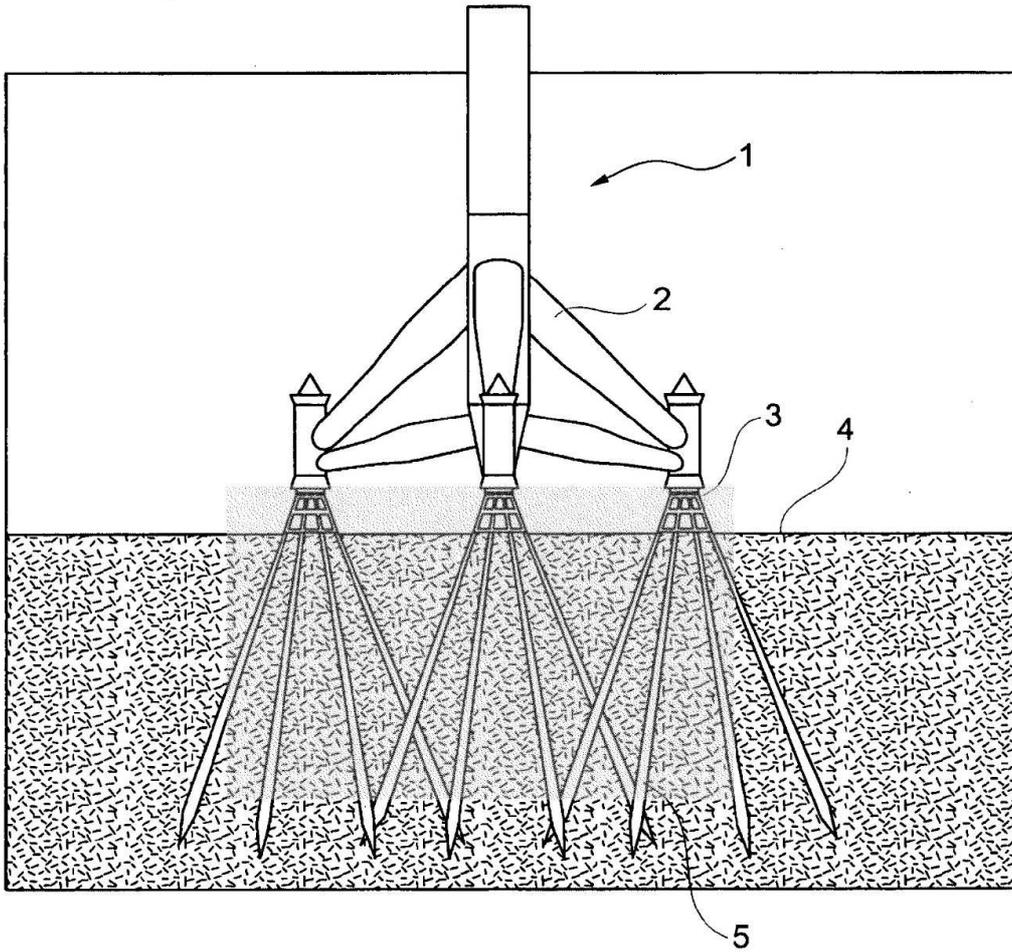


Fig. 1

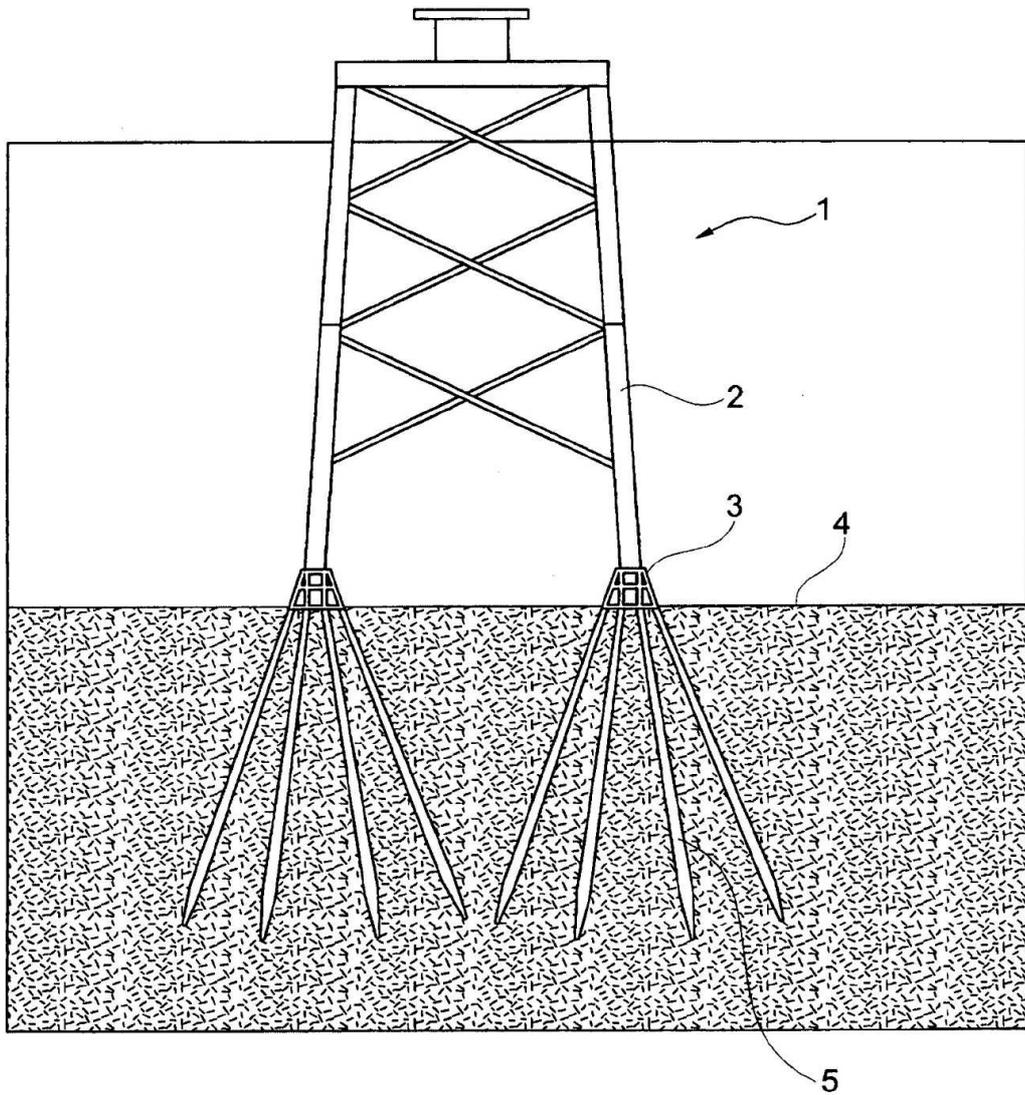


Fig. 2

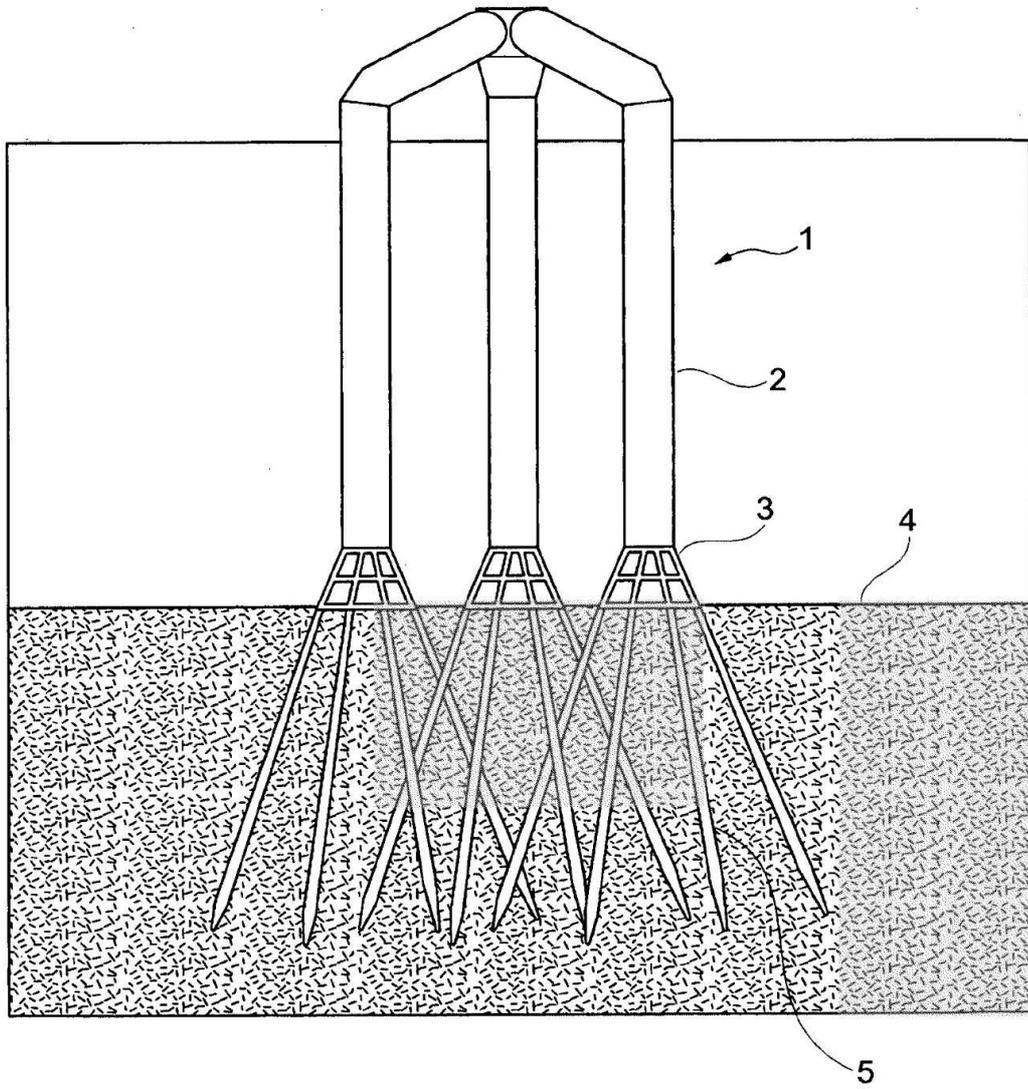


Fig. 3

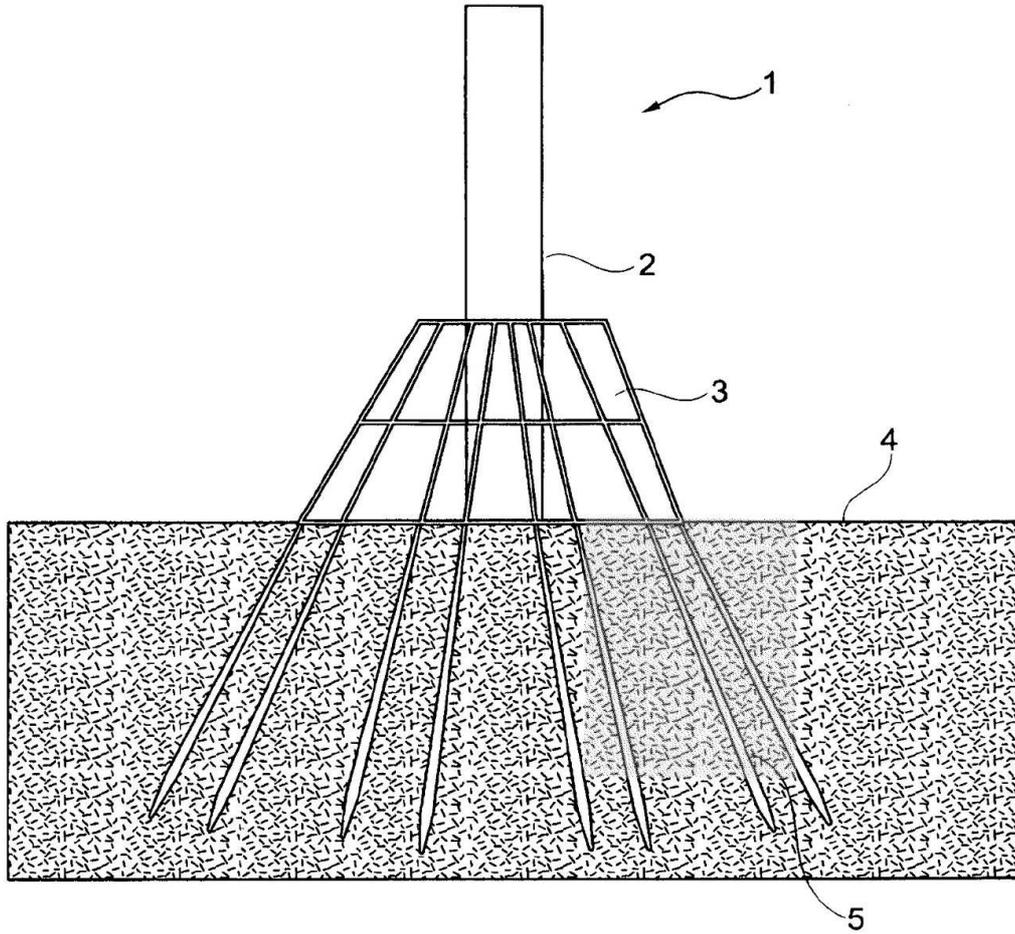


Fig. 4

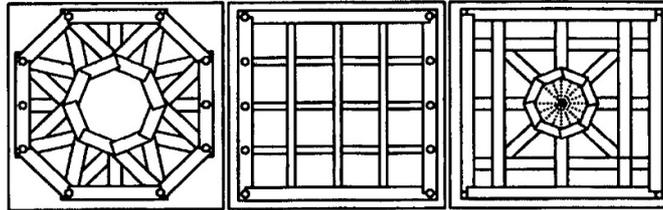


Fig. 5

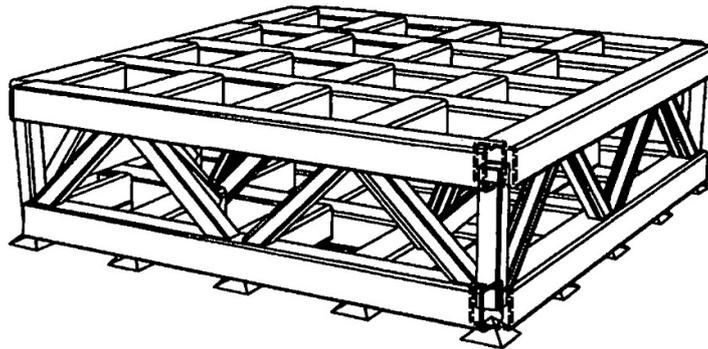


Fig. 6

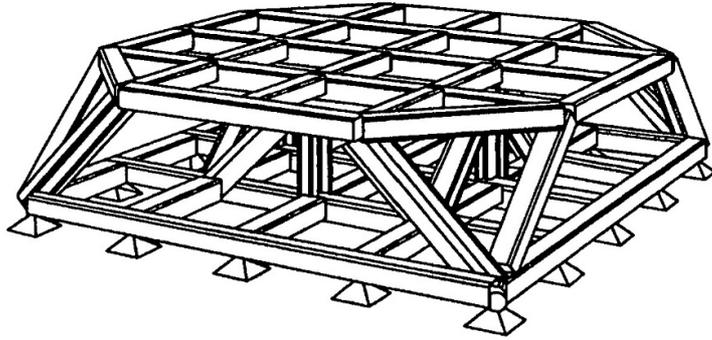


Fig. 7



Fig. 8

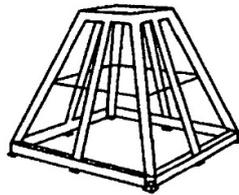


Fig. 9

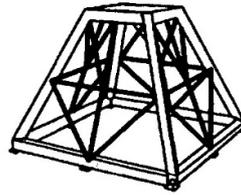


Fig. 10

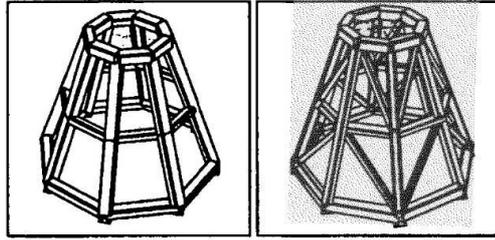


Fig. 11

Fig. 12

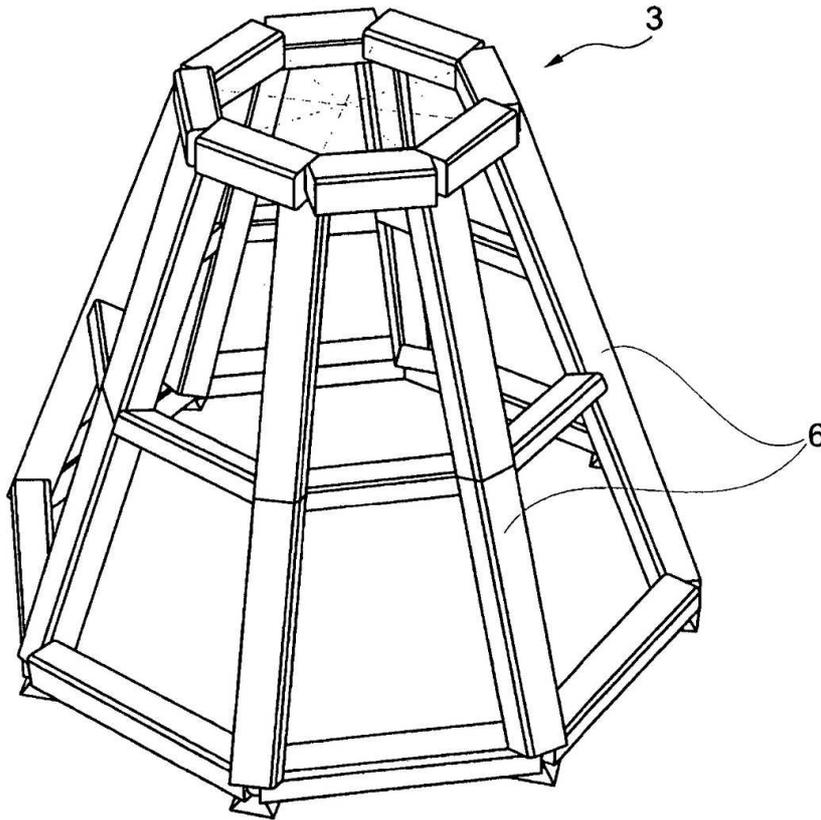


Fig. 13

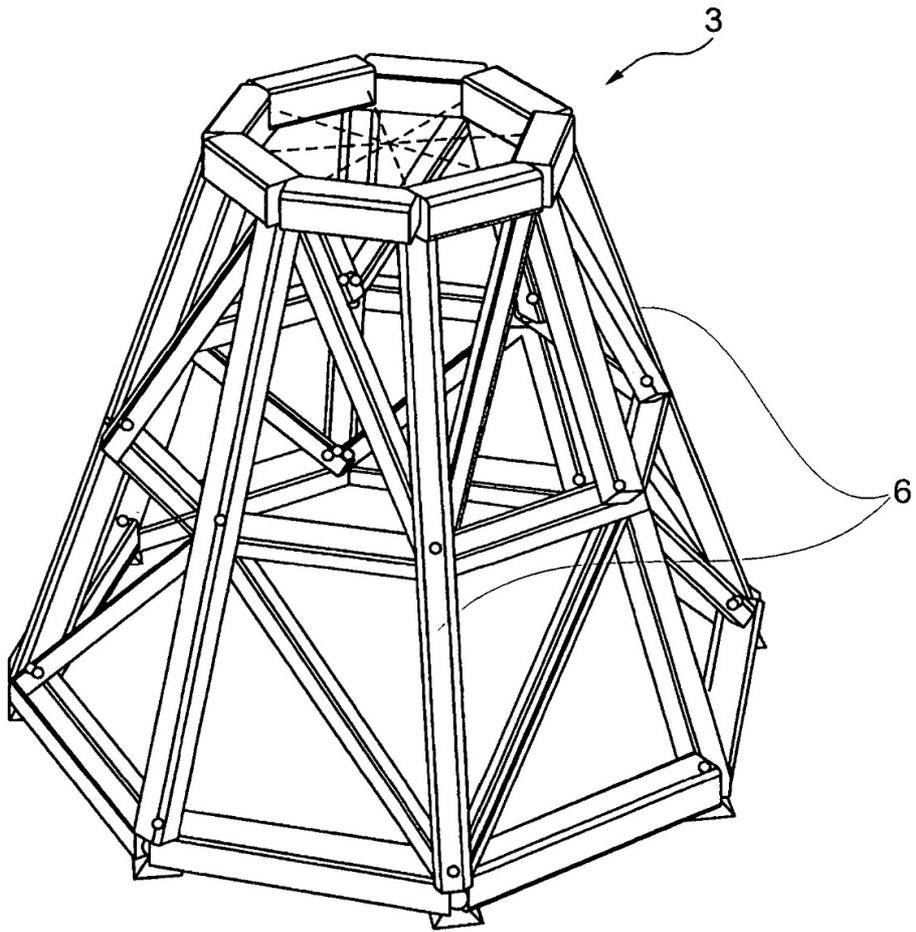


Fig. 14