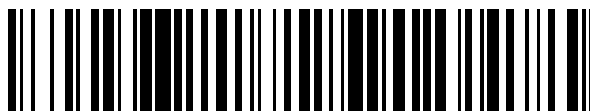


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 271**

51 Int. Cl.:

E02D 7/18 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.06.2015 PCT/NL2015/050417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15190919**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2015 E 15738758 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021 EP 3155176**

54 Título: **Dispositivo y método vibratorio para insertar un elemento de cimentación en el suelo**

30 Prioridad:

10.06.2014 NL 1040841

25.11.2014 NL 2013871

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

07.04.2022

73 Titular/es:

CAPE HOLLAND HOLDING B.V. (100.0%)

Romhof 5

9411SB Beilen, NL

72 Inventor/es:

DE NEEF, LAURENS y

KLEINE, PETER

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 905 271 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 y método vibratorio para insertar un elemento de cimentación en el suelo

5 La invención se refiere a un dispositivo vibratorio para insertar un elemento de cimentación, tal como un pilote de cimentación para una turbina eólica, en el suelo. Aquí tales elementos de cimentación pueden insertarse en el suelo tanto en tierra como en el mar.

10 En la práctica se conocen dispositivos vibratorios para colocar un pilote de cimentación sobre el que puede montarse una construcción tal como una turbina eólica. Tales dispositivos vibratorios hacen uso de la vibración de un pilote sólido o tubular, en donde este pilote se hace vibrar en el suelo con un bloque vibrador. Tales bloques generalmente se conectan al lado superior del pilote de cimentación en una posición sustancialmente vertical del pilote de cimentación. Aquí se requiere una buena coincidencia entre las dimensiones del pilote de cimentación y el bloque asociado. Esto generalmente consume mucho tiempo en la práctica, con una vista relativamente pobre del acoplamiento debido a la gran distancia, y con una posibilidad relativamente grande de imprecisiones con la posibilidad aumentada adicional de accidentes.

15 El documento FR 2 580 306 A1 describe un martillo perforador en donde se proporciona aislamiento vibratorio de la energía sónica. Los documentos FR 1 178 589 A, DE 20 2011 110294 U1, US 5 117 925 A, y GB 2 095 731 A describen otros martillos perforadores de acuerdo con la técnica anterior.

20 También se conoce en la práctica disponer un bloque vibrador sobre un pilote de cimentación mientras este último está en posición horizontal. Aquí se requieren grandes fuerzas para mover el pilote de cimentación desde la posición horizontal hasta la posición de vibración vertical con el dispositivo de vibración. Durante la rotación los varios componentes del bloque vibrador aquí se exponen a estas grandes fuerzas, generalmente en un ángulo desfavorable, de manera que la vida útil del bloque vibrador se limita y/o se requiere mantenimiento adicional. Los componentes tales como los elementos elásticos del dispositivo vibratorio se exponen en tales dispositivos convencionales a cambios de flexión, lo que hace de esta manera que sea más difícil obtener un ángulo de rotación correcto y conectar de esta manera el dispositivo vibratorio al pilote de cimentación. Se encuentra en adición que los elementos elásticos, particularmente los elementos elásticos que hacen uso de elastómeros muestran una variación relativamente grande en la resistencia, de manera que puede producirse la ruptura después de un período de tiempo, particularmente en el caso donde se producen grandes cargas. Esto aumenta la posibilidad de accidentes durante la colocación del elemento de cimentación.

25 Un objeto de la presente invención es obviar o reducir los problemas anteriores y proporcionar un dispositivo vibratorio eficaz para insertar un elemento de cimentación en el suelo.

30 Este objeto se logra mediante el uso del dispositivo vibratorio de acuerdo con la reivindicación 1 para insertar un elemento de cimentación en el suelo.

35 Al aplicar un sesgo a los elementos elásticos presentes en el dispositivo vibratorio con el mecanismo de fijación los movimientos relativos entre los componentes del dispositivo vibratorio se reducen, y preferentemente se evitan totalmente, durante la colocación de los mismos. El mecanismo de fijación hace posible aislar temporalmente los elementos elásticos del juego de fuerzas. Los elementos elásticos se forman por ejemplo por resortes, cauchos, elastómeros u otros elementos elásticos. Estos elementos elásticos cumplen el propósito de no transmitir al resto de la instalación las fuerzas que se ejercen sobre el elemento de cimentación durante el proceso de vibración.

40 Durante la colocación del elemento de cimentación con el dispositivo vibratorio, en donde por ejemplo se realiza una rotación con el mecanismo de rotación de manera que el elemento de cimentación se levanta y se erige con el dispositivo vibratorio, se observa que en la práctica se produce un movimiento relativamente grande como resultado de las fuerzas que se producen durante la colocación. Un elemento de cimentación en alta mar pesa por ejemplo aproximadamente 1800 toneladas y tiene un diámetro de por ejemplo aproximadamente 6 metros. Esto da como resultado que se ejerzan grandes fuerzas sobre el dispositivo. Los movimientos relativos, particularmente durante la colocación, dan como resultado el desgaste de los componentes, en particular de los elementos elásticos, mediante lo que la vida útil del dispositivo vibratorio se limita significativamente. Esto también da como resultado en problemas prácticos con respecto a por ejemplo la disponibilidad operativa de los dispositivos vibratorios cuando por ejemplo tienen que colocarse una pluralidad de elementos de cimentación en alta mar con un y el mismo dispositivo vibratorio.

45 50 55 60 65 Las fuerzas que se producen durante la colocación del elemento de cimentación con el dispositivo vibratorio son excepcionalmente grandes en el caso donde se dispone un dispositivo vibratorio sobre un elemento de cimentación que aún está en una posición no vertical, es decir, que aún no se ha puesto en una posición de vibración. Esto significa que el conjunto del dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación todavía tiene que girarse a una posición de vibración sustancialmente vertical antes de su uso. Tal movimiento también se refiere como vuelco. Con los sistemas convencionales aquí en la práctica se producen daños en los elementos elásticos en particular, debido a los movimientos relativos que los componentes del dispositivo vibratorio realizan entre sí. Mediante el uso del

mecanismo de fijación, con el que los elementos elásticos se colocan bajo un sesgo, este daño se reduce o incluso se evita totalmente, de manera que la vida útil del dispositivo vibratorio aumenta significativamente de acuerdo con la invención.

5 El elemento de cimentación puede proporcionarse en diversas formas, que incluyen pilotes, tubos, tuberías y similares. Particularmente el elemento de cimentación también comprende un pilote de cimentación tubular proporcionado con una brida sobre la que una construcción tal como una turbina eólica es colocable.

10 El mecanismo de fijación comprende varios cilindros para aplicar un sesgo a los elementos elásticos. El número asciende por ejemplo a uno, dos o cuatro cilindros. Será evidente que también pueden usarse un número diferente de cilindros. La extensión de los cilindros por ejemplo da como resultado que los elementos elásticos se aislen del juego de fuerzas para el proceso de elevación. Este bloqueo total o al menos parcial de los elementos elásticos logra que sustancialmente no se produzca movimiento relativo entre los componentes del dispositivo vibratorio durante la colocación del dispositivo vibratorio, en particular durante el vuelco del conjunto del dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación.

15 De acuerdo con la presente invención el dispositivo vibratorio comprende un mecanismo de rotación conectado operativamente al bloque vibrador y configurado para girar el bloque vibrador con los elementos elásticos, en donde el mecanismo de sujeción sujeta de forma fija el elemento de cimentación.

20 Proporcionar un mecanismo de rotación hace posible realizar el vuelco ya descrito anteriormente. La combinación del mecanismo de rotación con el mecanismo de sujeción y los elementos elásticos logra que los daños no deseados a los componentes resultantes de las fuerzas que se producen se reducen y preferentemente incluso se eviten totalmente. Se encuentra que dicha combinación mejora significativamente la disponibilidad operativa del dispositivo vibratorio en la práctica.

25 En una modalidad preferida ventajosa de acuerdo con la presente invención el mecanismo de rotación comprende un cilindro.

30 Proporcionar el mecanismo de rotación con un cilindro permite que se realice una rotación con el propósito de por ejemplo volcar de manera eficaz. Aquí no se requiere el uso de cabrestante y/o instalación de elevación para este movimiento de rotación. Esto aumenta la conveniencia de uso del dispositivo vibratorio de acuerdo con la invención. En adición, por la presente se proporciona un dispositivo vibratorio rentable. La duración de tiempo requerida para el proceso de rotación por la presente también se limita durante el uso de manera que todo el proceso de disposición de un elemento de cimentación puede realizarse de manera más eficiente.

35 Otra ventaja adicional del dispositivo vibratorio de acuerdo con la presente invención es que el marco puede proporcionarse de manera relativamente sencilla con más de un bloque vibrador, por ejemplo, dos, cuatro o incluso más. Por la presente es posible aplicar de manera eficaz una mayor potencia con el propósito de insertar un elemento de cimentación. En tal modalidad con una pluralidad de bloques vibradores se hace uso preferentemente de un marco base y una denominada barra de separación.

40 En una modalidad preferida ventajosa de acuerdo con la presente invención el mecanismo de sujeción comprende:
45 - un marco proporcionado con varios cilindros;
- varios medios de sujeción conectados operativamente a los cilindros con el propósito de sujetar un elemento de cimentación;
- medios de posicionamiento conectados operativamente a los medios de sujeción de manera que los medios de sujeción se acoplan alrededor de un borde del elemento de cimentación; y
50 - medios de conexión conectados al marco para conectar el marco al dispositivo vibratorio.

55 Proporcionar medios de sujeción, preferentemente en forma de pinzas, logra que un pilote de cimentación de diferentes dimensiones y/o configuraciones pueda sujetarse de forma fija. Por la presente se hace posible el uso flexible del dispositivo de acuerdo con la invención. Aquí se hace uso preferentemente de varios cilindros preferentemente hidráulicos para gestionar las fuerzas requeridas.

60 El dispositivo de acuerdo con la invención es particularmente adecuado para sujetar un pilote de cimentación proporcionado con una brida en el extremo exterior del pilote de cimentación dirigido hacia arriba en uso. Tal brida de este tipo es ventajosa para colocar preferentemente una turbina eólica sobre la misma o en la misma. Tal turbina eólica puede colocarse de esta manera de manera eficaz. Debido al dispositivo flexible de acuerdo con la invención tal pilote de cimentación proporcionado con una brida puede colocarse en el suelo de manera eficaz y eficiente tanto en la tierra como en el mar.

Se ha encontrado que las fuerzas que se generan por un bloque vibrador dispuesto con los medios de conexión durante la colocación de un elemento de cimentación en el suelo pueden transmitirse de manera eficaz al elemento

de cimentación, en particular un pilote de cimentación tubular proporcionado con una brida en la que una turbina de viento es colocable.

5 En una modalidad preferida ventajosa se hace uso de dos cilindros dispuestos preferentemente sustancialmente horizontal.

10 Se ha encontrado que proporcionar al menos dos cilindros por medio de sujeción da como resultado un buen funcionamiento del dispositivo. Los cilindros desplazan los medios de sujeción para colocarlos de esta manera sobre una brida y permitirles posteriormente acoplarse por ejemplo en una pared tubular del pilote de cimentación. La disposición preferentemente sustancialmente horizontal de los cilindros realiza una configuración y un funcionamiento sencillos del dispositivo de acuerdo con la invención.

15 En una modalidad preferida ventajosa de acuerdo con la invención los medios de sujeción comprenden un mecanismo de sujeción y segundos medios de posicionamiento para colocar un mecanismo de sujeción con relación a una pared del elemento de cimentación.

20 Se obtiene una mayor flexibilidad del dispositivo de acuerdo con la invención al proporcionar un mecanismo de sujeción y segundos medios de posicionamiento. Preferentemente el mecanismo de sujeción se acciona por un cilindro hidráulico separado.

En otra modalidad preferida ventajosa de acuerdo con la invención el dispositivo vibratorio comprende un marco auxiliar configurado para disponer el dispositivo vibratorio sobre el mismo en una posición del elemento de cimentación que descansa total o parcialmente sobre el marco auxiliar.

25 Mediante el uso de un marco auxiliar, generalmente también se refiere como marco volcado, puede disponerse un dispositivo vibratorio sobre o en un elemento de cimentación mientras que el elemento de cimentación se ubica sobre el marco auxiliar en una posición no vertical. El uso del marco auxiliar logra que la disposición del dispositivo vibratorio sobre el elemento de cimentación puede realizarse de manera más sencilla. El conjunto del dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación entonces se lleva a la posición de vibración sustancialmente vertical deseada al girar subsecuentemente el conjunto con el bloqueo/sesgo de los elementos elásticos discutido anteriormente, en donde no se producen efectos indeseables en (partes de) el dispositivo vibratorio como resultado de las fuerzas relativamente grandes que se producen durante el movimiento de rotación. En adición de una mayor seguridad, por la presente también se obtienen una vida útil relativamente larga del dispositivo vibratorio y otras ventajas, en donde es posible bastar con un mínimo de operaciones de mantenimiento.

35 El mecanismo de rotación se configura preferentemente de manera que, después de que el dispositivo vibratorio se ha dispuesto sobre el elemento de cimentación, el conjunto del dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación giran a través de un ángulo hasta una posición de vibración sustancialmente vertical en el rango de 60 a 85 grados, preferentemente en el rango de 70 a 83 grados, y con mayor preferencia aproximadamente 80 grados.

40 Una ventaja particular de utilizar un ángulo de rotación en dichos rangos, en particular aproximadamente 80 grados, es que el dispositivo vibratorio puede disponerse de una manera relativamente sencilla en el elemento de cimentación. El dispositivo vibratorio puede guiarse en particular de forma autoalineable o autolocalizable en un elemento de cimentación tubular. Los movimientos requeridos y las fuerzas asociadas ejercidas por la presente se limitan en comparación con la disposición de un dispositivo vibratorio en un elemento de cimentación colocado completamente horizontal, en donde el dispositivo vibratorio debe por ejemplo empujarse al elemento de cimentación.

50 Otra ventaja de la rotación a través de un ángulo en dichos rangos, en particular aproximadamente 80 grados, es que por la presente se obtiene un equilibrio de fuerzas más eficaz, particularmente en una aplicación en alta mar. El elemento de cimentación puede colocarse en el marco auxiliar y, debido al ángulo con el plano horizontal, ya puede colocarse con un extremo exterior inferior en el agua o cerca de la superficie del agua. Esto tiene la ventaja de que la fuerza ascendente del agua reduce las fuerzas de elevación necesarias. Esto hace la colocación más sencilla, y en adición reduce aún más el movimiento relativo de los componentes.

55 La invención también se refiere a un método para insertar un elemento de cimentación en el suelo, el método que comprende proporcionar un dispositivo vibratorio como se describe anteriormente.

60 El método proporciona las mismas ventajas y efectos que los descritos para el dispositivo vibratorio.

El método de acuerdo con la invención comprende preferentemente aplicar un bloqueo/sesgo de los elementos elásticos con el mecanismo de fijación. Las ventajas y efectos por la presente se realizan como se indicó anteriormente con respecto al dispositivo vibratorio.

65 El método de acuerdo con la invención también comprende girar el conjunto del dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación a una posición de vibración sustancialmente vertical después de aplicar el bloqueo/sesgo y sujeción

del elemento de cimentación. Aquí el bloque vibrador se asegura y gira preferentemente antes del montaje, mediante lo que se reducen los movimientos no deseados durante la rotación y elevación durante la colocación del dispositivo vibratorio con el elemento de cimentación.

5 Esta disposición del dispositivo vibratorio en una posición no vertical sobre el elemento de cimentación seguida por la rotación del conjunto es particularmente ventajosa en el caso de la colocación de elementos de cimentación en alta mar. La disposición del dispositivo vibratorio sobre o en el elemento de cimentación aquí puede llevarse a cabo por ejemplo sustancialmente a bordo de un barco, y preferentemente sustancialmente sobre o cerca de la cubierta de tal barco. En una modalidad actualmente preferida se hace uso en este método de un marco auxiliar, es decir, un marco volcado. Por la presente un elemento de cimentación puede disponerse de manera controlada en un suelo tal como un lecho marino.

15 El método de acuerdo con la invención comprende preferentemente colocar los medios de sujeción con los medios de posicionamiento, y acoplarse con los medios de sujeción, preferentemente mediante el uso del mecanismo de sujeción preferentemente accionado por un cilindro hidráulico separado, rodeado o alrededor de un borde del elemento de cimentación en preferentemente una pared de un elemento de cimentación tubular. Tal borde comprende particularmente una brida, y tal elemento de cimentación comprende particularmente un pilote de cimentación tubular proporcionado con tal brida.

20 Otras ventajas, características y detalles de la invención se aclaran sobre la base de una modalidad preferida de la misma, en donde se hace referencia a las figuras acompañantes, en las que:

- las Figuras 1A-D muestran vistas de un bloque vibrador convencional y un sistema de sujeción opcional de acuerdo con la invención;
- las Figuras 2A-D muestran vistas de un dispositivo vibratorio con sistema de sujeción y sistema de resorte, de acuerdo con la invención;
- las Figuras 3A-H muestran vistas de una modalidad preferida del dispositivo vibratorio de acuerdo con la invención;
- la Figura 4 muestra una vista relativa a un sistema de sujeción que puede aplicarse en un dispositivo vibratorio de acuerdo con la invención;
- las Figuras 5A-F muestran vistas del sistema de sujeción de la Figura 4; y
- la Figura 6 muestra una vista esquemática de una turbina eólica colocada de acuerdo con el método de la invención.

35 El sistema vibratorio 2 (Figura 1A) comprende un denominado supresor exterior 4 que se conecta a través del elemento elástico 6 al denominado supresor interior 8. Este supresor interior 8 se monta en el sumidero 10. Mediante el uso del elemento elástico 6 la transmisión de vibraciones durante la conducción del elemento de cimentación 12 puede aislarse de la instalación de elevación. Las conexiones entre el supresor interior 8, el sumidero 10, el marco base 14, las abrazaderas 16 del mecanismo de sujeción 18 y el pilote de cimentación 12 son rígidas. Por lo tanto, las vibraciones generadas con el dispositivo vibratorio 2 sólo se transmiten al pilote de cimentación 12.

45 El sistema de resorte convencional 20 (Figura 1B) con elemento elástico 6 y supresor interior 8 tiene una suspensión flexible. El sistema de dos fases 22 (Figura 1C) muestra el sistema de resorte 22 con el elemento elástico 6. El sistema de resorte 22 es un tipo de sistema de dos fases con el elemento de primera fase 24, que forma una conexión relativamente flexible que aísla las vibraciones particularmente a la instalación de elevación 26. Por lo tanto, esto es principalmente relevante durante la conducción o la vibración o la inserción del pilote de cimentación 12 en el suelo. El elemento de segunda fase 28 realiza una conexión más rígida que no se activa durante el proceso de vibración sino durante un proceso de tracción con el pilote de cimentación 12, de manera que puede levantarse una mayor carga.

50 Durante el vuelco se produce en la práctica una inclinación 30 (Figura 1D) porque, como resultado de los grandes pesos del conjunto del pilote de cimentación 12 y el dispositivo vibratorio 2, se ejercen grandes fuerzas sobre el dispositivo vibratorio 2, que también incluyen los elementos elásticos 6, por ejemplo, en forma de bloques de goma. Esto crea un efecto de momento en los elementos elásticos 6 de manera que se presionan en posición inclinada. La inclinación 30 puede llegar a ser tan grande que ambos supresores entran en contacto entre sí. Esto da como resultado tensiones no deseadas y a veces inaceptables en la construcción. El elemento elástico 6 también se sobrecargará de manera que incluso las conexiones internas pueden dañarse. Esto limita la vida útil de los bloques vibradores en particular, y de esta manera la disponibilidad operativa de tal dispositivo convencional.

60 A continuación, se aclarará un dispositivo vibratorio de acuerdo con la invención con el que se reduce la inclinación 30 e incluso puede evitarse preferentemente.

65 En adición de comprender los componentes regulares tales como el supresor exterior 34 y el sumidero 36 y los componentes aplicados en una modalidad preferida de acuerdo con la invención tales como el marco base 14 y las abrazaderas 16 del mecanismo de sujeción 18, el dispositivo vibratorio 32 (Figuras 2A-D) en la modalidad mostrada

de acuerdo con la invención también comprende un sistema de resorte de dos fases ajustable 38. El sistema de resorte 38 se proporciona con un mecanismo de ajuste/mechanismo de fijación 40 (Figuras 2B y D). El mecanismo de ajuste 40 hace posible realizar una conexión rígida entre el supresor exterior 34 y el sumidero 36, en donde se reduce la distancia mutua. En la modalidad mostrada el centro de gravedad 42 se acerca en adición al punto de rotación del vuelco, que tiene un efecto favorable en la rotación desde una posición de carga hasta una posición de vibración del conjunto del dispositivo vibratorio 32 y el pilote de cimentación 12. La conexión flexible se salva por la conexión rígida activada y por lo tanto se evitan daños a la misma. En la posición de vibración el mecanismo de ajuste 40 se cambia y los elementos elásticos 6 proporcionarán una conexión flexible.

En la modalidad mostrada el mecanismo de ajuste 40 se incorpora con un tipo de cilindro, en donde se proporciona un mecanismo de ajuste 40 a cada lado del dispositivo vibratorio 32, por lo tanto, un total de dos por dispositivo vibratorio 32. Para la rotación del dispositivo vibratorio 32 durante el vuelco se hace uso del cilindro de rotación 44 que permite una rotación entre el dispositivo vibratorio 32 y la instalación de elevación 26. Mediante el uso del cilindro 44 el dispositivo vibratorio 32 puede hacer un movimiento de rotación con relación al marco de elevación 28. Esto hace posible el vuelco del dispositivo vibratorio 32 montado con un elemento de cimentación 12. La carrera del cilindro 44 se limita preferentemente a una longitud de manera que, incluso cuando un cilindro 44 funciona mal, no es posible la rotación no deseada entre el dispositivo vibratorio 32 y el marco de elevación 28.

El dispositivo vibratorio 32 de acuerdo con la invención (figuras 3A-H) muestra el dispositivo elevador 28 en donde el supresor exterior 34 y el sumidero 36 se conectan de forma flexible (Figura 3A). Al mover el mecanismo de ajuste 40 en la dirección A la conexión flexible se vuelve rígida al aplicar un sesgo a los elementos elásticos 6 (Figura 3B). Entonces se realiza una rotación del dispositivo vibratorio 32 con relación al dispositivo de elevación 28 en la dirección B al mover, particularmente extender, el cilindro 44 (Figura 3C). Se hace uso en la modalidad mostrada de un ángulo α de aproximadamente 80 grados. Por la presente se realiza un efecto de ubicación o autoalineación durante la disposición del dispositivo vibratorio 32 sobre o en el pilote de cimentación 12 (Figura 3D) en o sobre el marco auxiliar 46, seguido de sujeción con abrazaderas 16. Aquí los autolocalizadores se aplican opcionalmente para optimizar aún más este efecto. Esto evita que se tienen que ejercer fuerzas de tracción separadas para tirar del dispositivo vibratorio 32 al pilote de cimentación 12. Se ha encontrado que este efecto de autolocalización puede utilizarse de manera particularmente eficaz en el caso de elementos de cimentación proporcionados con una brida en el borde superior. De otro modo este efecto también puede aplicarse de manera ventajosa a otros elementos de cimentación.

Entonces puede realizarse el vuelco (Figura 3E) en la dirección C. Al haber llegado a la posición de vibración (Figura 3F), el mecanismo de ajuste 40 se cambia para realizar una conexión flexible con los elementos elásticos 6. Entonces el pilote de cimentación 12 puede hacerse vibrar en el suelo 48 en la dirección D (Figura 3G), con soportes opcionales 50. Una vez que se ha alcanzado la profundidad deseada, el dispositivo vibratorio 32 se retira del pilote de cimentación 12 en la dirección E (Figura 3H) y subsecuentemente se despliega en por ejemplo un pilote de cimentación siguiente 12 a insertar en el suelo 48.

Cuatro bloques vibradores 32 se colocan opcionalmente adyacentes entre sí en el marco base 14. Por la presente las fuerzas se distribuyen lo mejor posible. El marco base comprende vigas para distribuir las fuerzas ejercidas sobre el elemento de cimentación, en particular el pilote de cimentación 12 o el tubo de cimentación. El mecanismo de sujeción 18 se incorpora para este propósito en la modalidad mostrada con doce medios de sujeción o abrazaderas 16, cuya modalidad adicional se aclara más abajo. En la modalidad mostrada las abrazaderas 16 se incorporan de manera que pueden acoplarse de manera relativamente sencilla sobre una brida opcional dispuesta en un borde superior del pilote de cimentación 12. Esto hace que el montaje de la construcción, tal como una turbina eólica, sobre el elemento de cimentación en una etapa posterior sea considerablemente más sencilla. Las abrazaderas 16 se conectan en la modalidad mostrada al marco base 14 con una conexión de perno.

Los elementos elásticos 6 que se incorporan en la modalidad mostrada como un tipo de bloques de caucho de un material elastómero aseguran que durante su uso se ejerzan vibraciones sobre el pilote de cimentación 12 y no se transmitan innecesariamente a las otras partes de la instalación vibratoria general. Mediante el uso de dos cilindros/mechanismos de ajuste 40 puede aplicarse un sesgo a estos elementos elásticos 6 de manera que el movimiento de los elementos elásticos 6 se reduce de esta manera durante la colocación. Los cilindros 40 son para este propósito retráctiles, en donde los cilindros 40 se acoplan por ejemplo en un pasador/eje que entonces comprime los elementos elásticos 6 al mover la primera parte 34 y la segunda parte 36 del dispositivo vibratorio 32 uno hacia el otro. Será evidente que también son posibles de acuerdo con la invención un número diferente de cilindros 40 y una configuración diferente, en donde los cilindros 40 se acoplan por ejemplo directamente a los elementos elásticos 6.

La colocación de un pilote de cimentación en forma de elemento tubular en una aplicación en alta mar mediante el uso del dispositivo vibratorio y el método de acuerdo con la invención se aclarará ahora con más detalle en una aplicación en donde se usa un elemento de cimentación como cimentación para una turbina eólica. Será evidente que las medidas de las diferentes modalidades mostradas de acuerdo con la invención pueden intercambiarse entre sí o combinarse de otro modo. El sistema de sujeción, que se aclara con más detalle más abajo, por lo tanto, puede aplicarse por ejemplo como sistema de sujeción en la modalidad anterior.

5 El sistema 102 (Figura 4) se proporciona con un sistema de elevación 104, uno o más bloques vibradores 106, en la modalidad mostrada cuatro bloques vibradores 106 colocados adyacentes entre sí, una estructura de caja 108 y un dispositivo 110 para sujetar un pilote de cimentación 112, y en particular sobre una brida 114 del mismo. En la modalidad mostrada el pilote 112 se inserta en el suelo 118 en el mar 116. El dispositivo 110 se proporciona con un marco de conexión 120 y, adicionalmente o alternativamente, con una estructura 108 sobre la que se disponen diversos elementos de sujeción 122.

10 El elemento de sujeción 122 (Figuras 5A-F) comprende en la modalidad mostrada una parte exterior fija 124 y una parte interior desplazable 126, en donde las partes 124, 126 se proporcionan para el desplazamiento por dos cilindros 128. Cuando se dispone el elemento 122, las partes 124, 126 primero se separan y se colocan sobre la brida 114. Entonces las partes 124, 126 se desplazan una hacia la otra por cilindros 128 y se aseguran en la pilote 112 con la abrazadera móvil 129. En la modalidad mostrada la abrazadera móvil 129 se mueve mediante el uso del cilindro 130 y se realiza una sujeción real en la pilote 112. Para evitar el desplazamiento de la parte de sujeción desplazable 126 en la modalidad mostrada se proporcionan elementos de fijación 132 que comprenden un cilindro separado que fijan la parte de sujeción 126 con relación a los rieles de guía en forma de T 134.

20 También se proporcionan en la modalidad mostrada protectores de brida 136 para evitar daños a la brida 114. También se disponen en el elemento de sujeción 122 puntos de conexión 38 para disponer los otros componentes del sistema de vibración directamente o indirectamente sobre ellos. Dispuestos en la modalidad mostrada hay puntos de conexión 140 alrededor de los que por ejemplo puede colocarse la turbina eólica 142 y/o puede fijarse el sistema de sujeción opcional 122.

25 En la modalidad mostrada el diámetro interior de la brida 14 es aproximadamente 4400 mm y el diámetro exterior aproximadamente 5500 mm.

Una turbina eólica (Figura 6) se coloca en el mar 160 en el suelo 180. Aquí la turbina se dispone sobre la brida 114 del pilote 112.

30 La presente invención no se limita por medio de las modalidades preferidas descritas anteriormente de la misma. Los derechos perseguidos se definen por las siguientes reivindicaciones, dentro del alcance de las que pueden preverse muchas modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. El dispositivo vibratorio (32) para insertar un elemento de cimentación (12) en el suelo, en donde el dispositivo (32) comprende:
 - un mecanismo de sujeción (18) que comprende un marco base (14) y abrazaderas (16) para sujetar de forma fija el elemento de cimentación (12);
 - un bloque vibrador que comprende un supresor exterior (34) y un sumidero (36), configurado para proporcionar una vibración con el propósito de insertar el elemento de cimentación (12) en el suelo, en donde el bloque vibrador se proporciona con elementos elásticos (6) de forma flexible que conectan el supresor exterior (34) y el sumidero (36); y
 - un sistema de resorte de dos fases ajustable (38) proporcionado con un mecanismo de fijación (40) que comprende varios cilindros (40) configurados para aplicar un sesgo a los elementos elásticos (6), **caracterizado porque** el dispositivo de vibración (32) comprende, además:
 - un mecanismo de rotación (44) conectado operativamente al bloque vibrador y configurado para girar el bloque vibrador con los elementos elásticos (6),

en donde el mecanismo de fijación (40) se configura para realizar una conexión rígida entre el supresor exterior y el sumidero al aplicar dicho sesgo a los elementos elásticos (6), en donde la distancia mutua entre el supresor exterior (34) y el sumidero (36) se reduce, y en donde mediante el uso del mecanismo de fijación (40) se reduce o evita el daño a los elementos elásticos (6).
2. El dispositivo vibratorio como se reivindica en la reivindicación 1, en donde el mecanismo de rotación (44) comprende un cilindro.
3. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende además dos o más bloques vibradores (32).
4. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el mecanismo de sujeción (18) comprende:
 - un marco proporcionado con varios cilindros;
 - varios medios de sujeción conectados operativamente a los cilindros con el propósito de sujetar un elemento de cimentación;
 - medios de posicionamiento conectados operativamente a los medios de sujeción de manera que los medios de sujeción se acoplan alrededor de un borde del elemento de cimentación; y
 - medios de conexión conectados al marco para conectar el marco al dispositivo vibratorio.
5. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en la reivindicación 4, en donde se proporcionan dos cilindros por medio de sujeción.
6. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en la reivindicación 4 o 5, en donde los medios de sujeción comprenden un mecanismo de sujeción y segundos medios de posicionamiento para colocar el mecanismo de sujeción con relación a una pared del elemento de cimentación.
7. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende un marco auxiliar (46) configurado para disponer el dispositivo vibratorio sobre el mismo en una posición del elemento de cimentación que descansa total o parcialmente sobre el marco auxiliar.
8. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el mecanismo de rotación (44) se configura con el propósito, después de que el dispositivo vibratorio se ha dispuesto en el elemento de cimentación, de girar el conjunto del dispositivo vibratorio (32) y el elemento de cimentación (12) a través de un ángulo hasta una posición de vibración sustancialmente vertical, en donde el ángulo está en el rango de 60 a 85 grados, preferentemente en el rango de 70 a 83 grados, y con mayor preferencia aproximadamente 80 grados.
9. El dispositivo vibratorio como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde el elemento de cimentación (12) comprende un pilote de cimentación tubular proporcionado con una brida.
10. El método para insertar un elemento de cimentación (12) en el suelo, el método que comprende proporcionar un dispositivo vibratorio (32) como se reivindicó en una o más de las reivindicaciones anteriores.
11. El método como se reivindicó en la reivindicación 10, que comprende aplicar un sesgo a los elementos elásticos (6) con el mecanismo de fijación, que comprende preferentemente además girar el conjunto del

dispositivo vibratorio y el elemento de cimentación a una posición de vibración sustancialmente vertical después de la aplicación del sesgo y sujeción del elemento de cimentación.

- 5 12. El método como se reivindicó en la reivindicación 10 u 11, que comprende además colocar los medios de sujeción con los medios de posicionamiento del mecanismo de sujeción (18) del dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 4-6 o cualquiera de las reivindicaciones 7-9 cuando dependen de la reivindicación 4, y acoplar los medios de sujeción rodeados o alrededor de un borde del elemento de cimentación en una pared del elemento de cimentación.

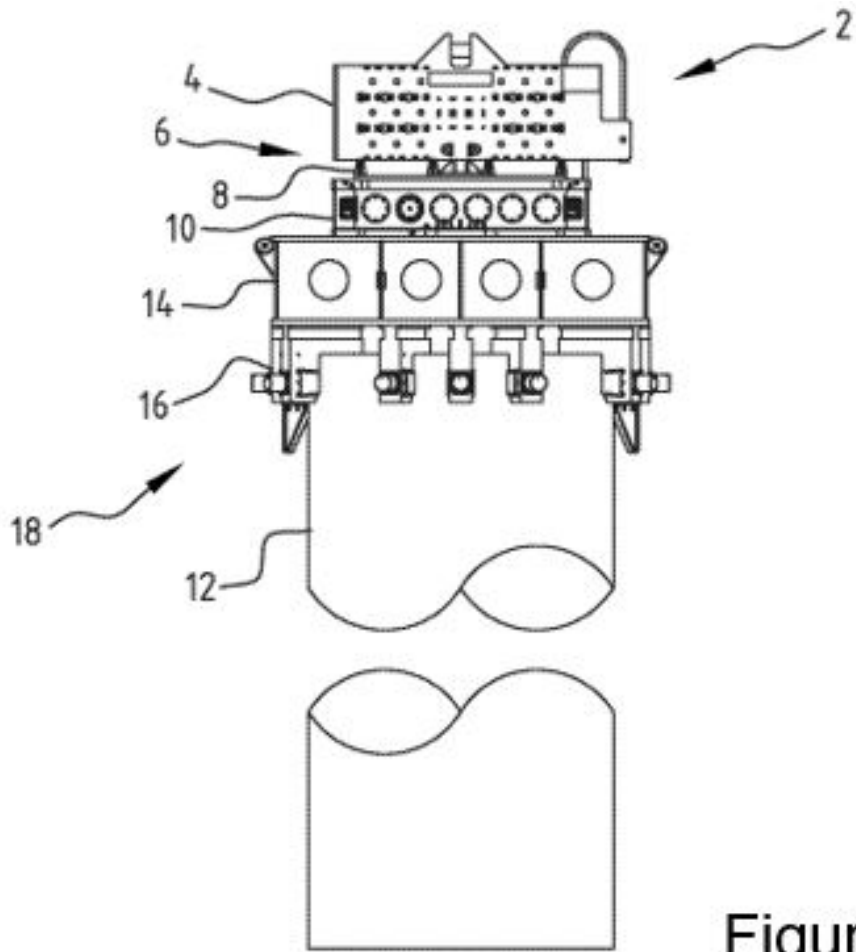


Figura 1A

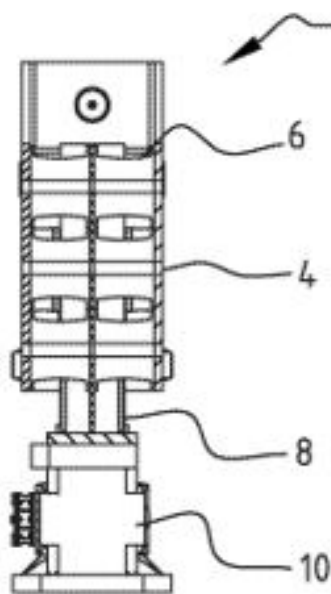


Figura 1B

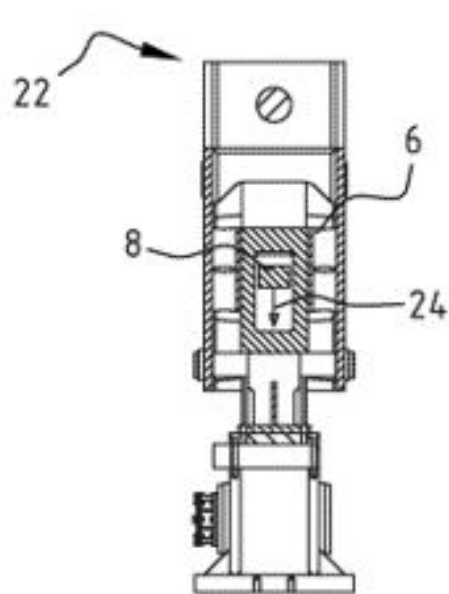


Figura 1C

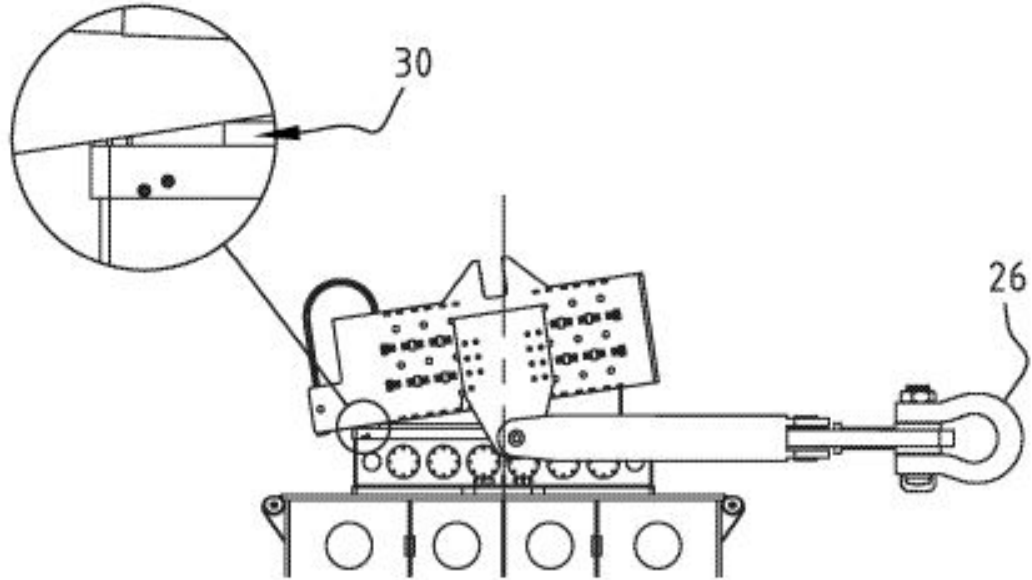


Figura 1D

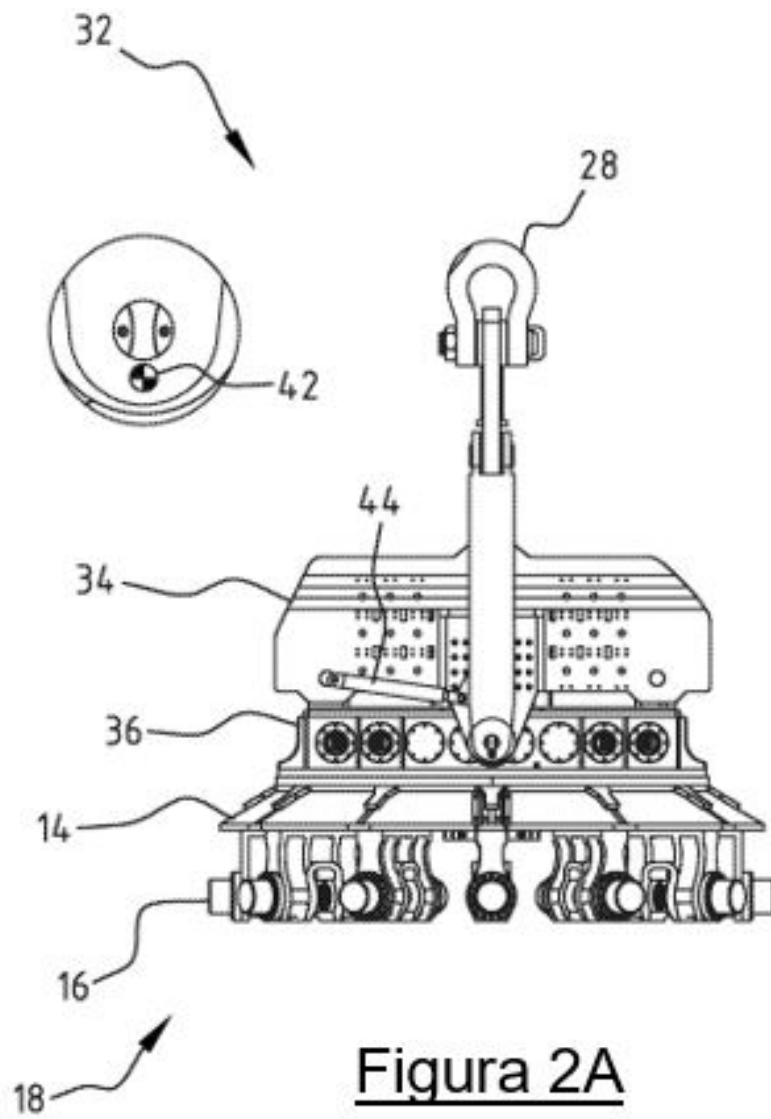


Figura 2A

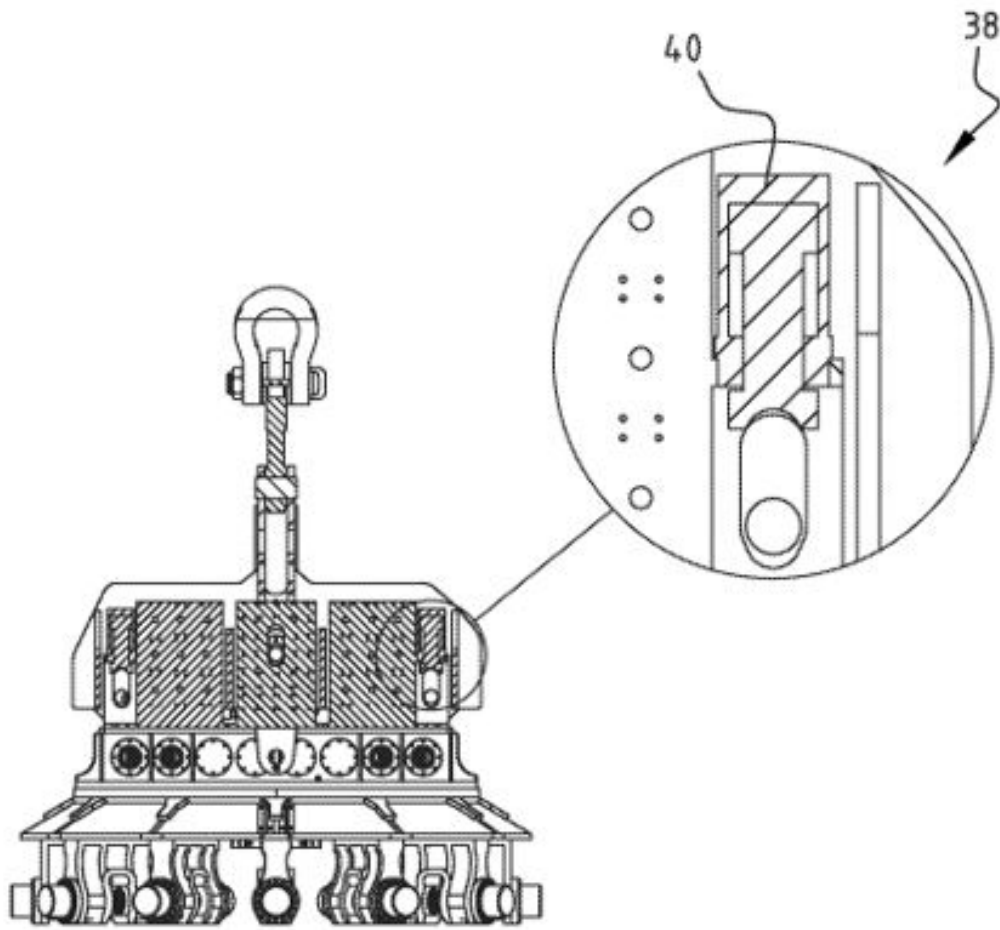


Figura 2B

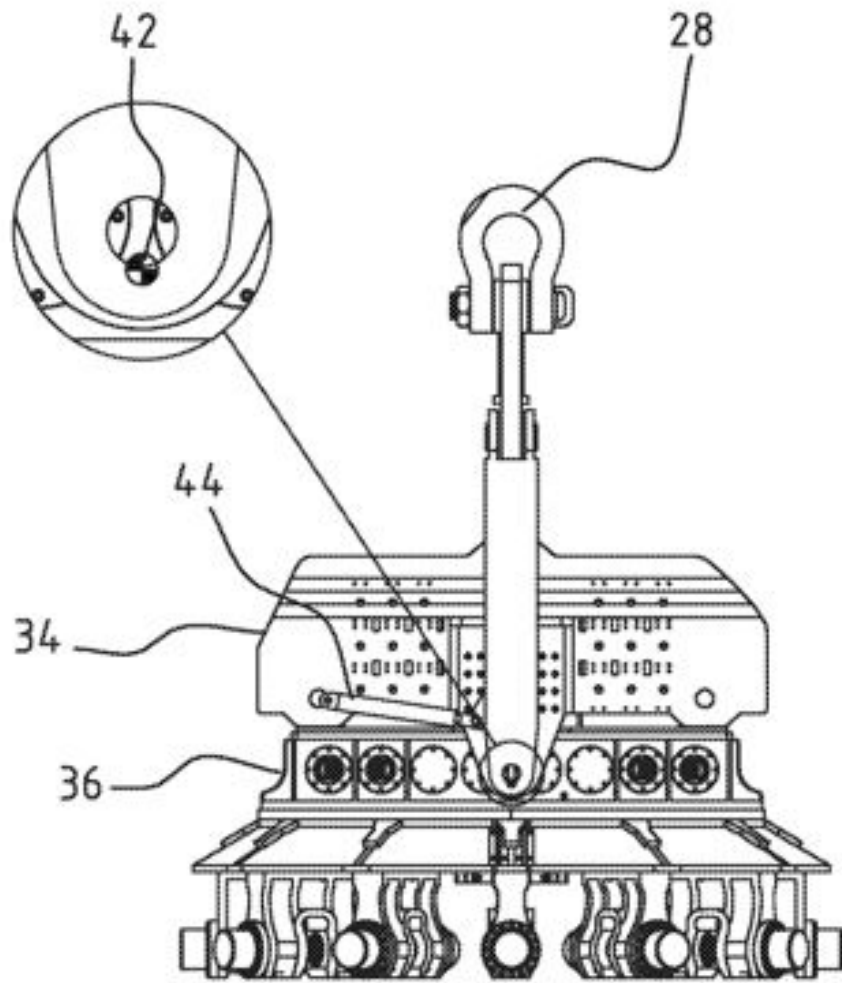


Figura 2C

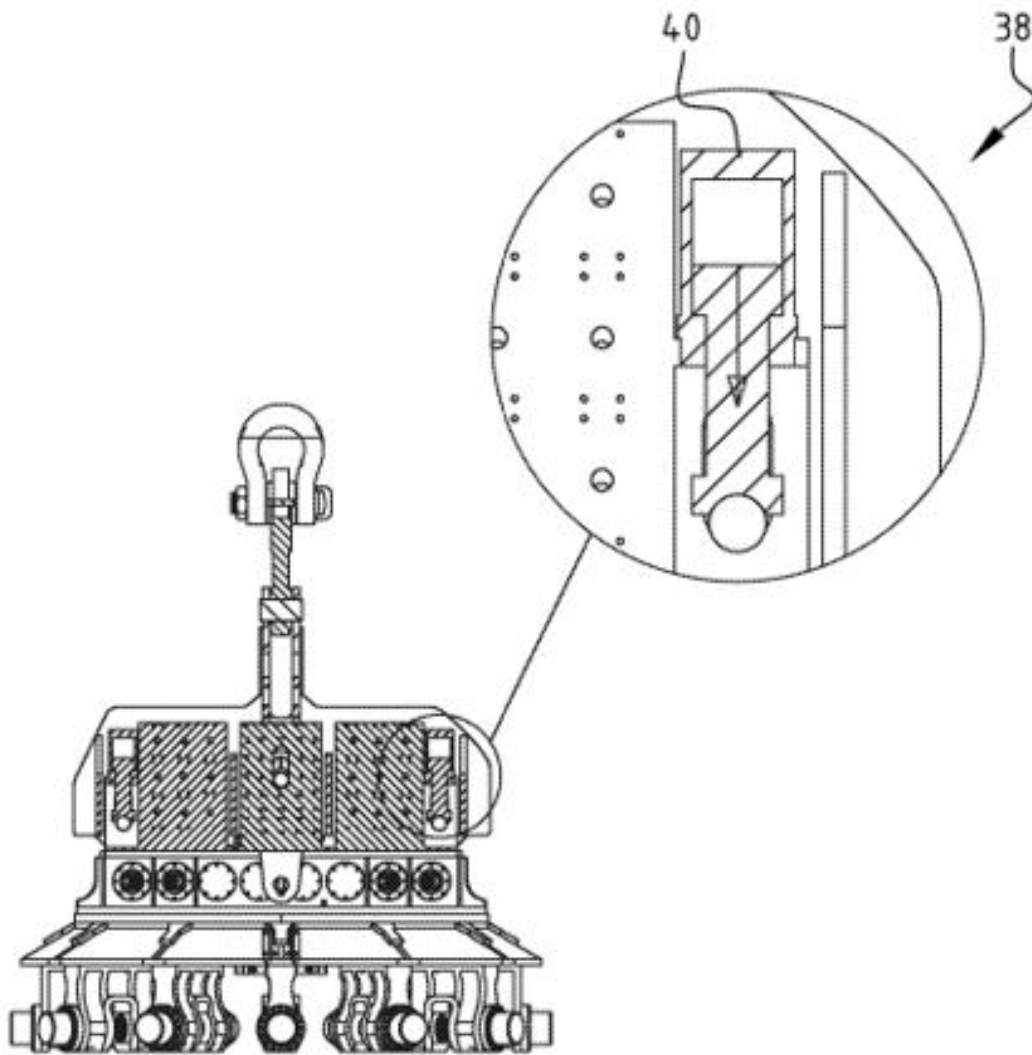


Figura 2D

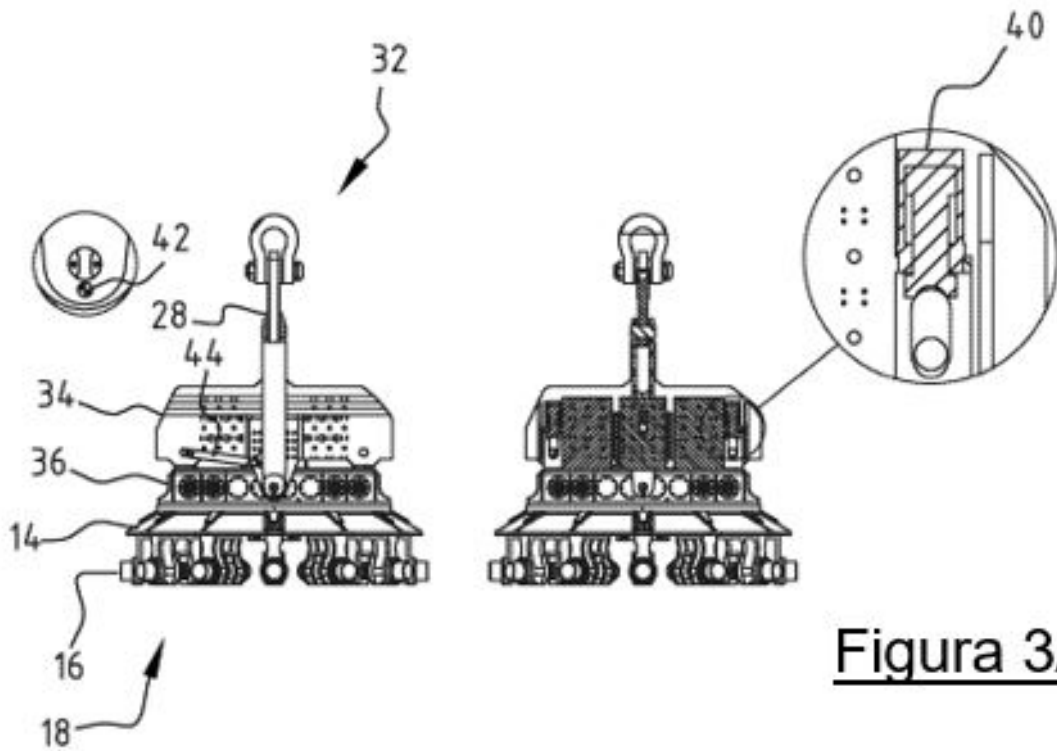


Figura 3A

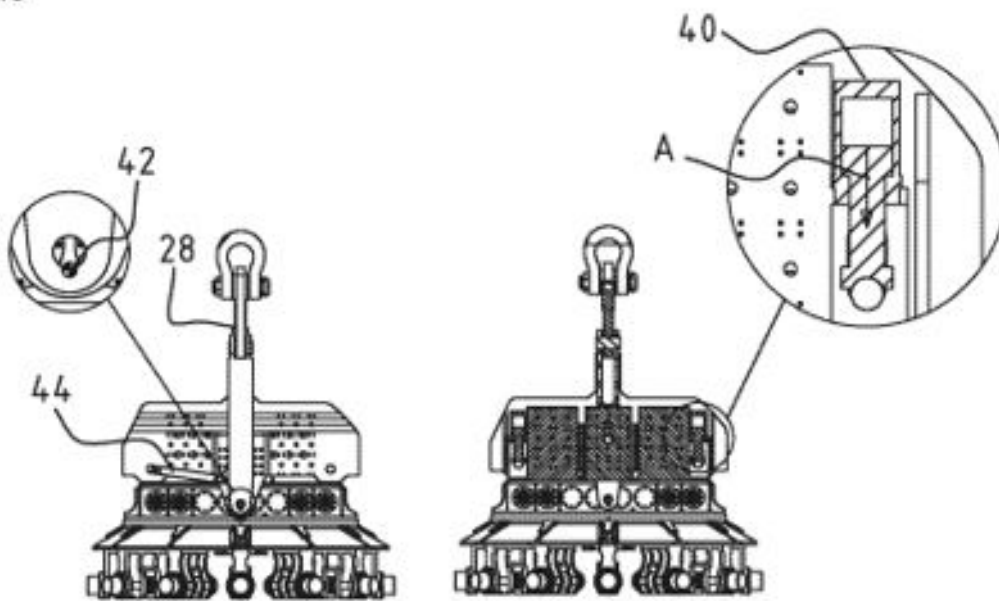


Figura 3B

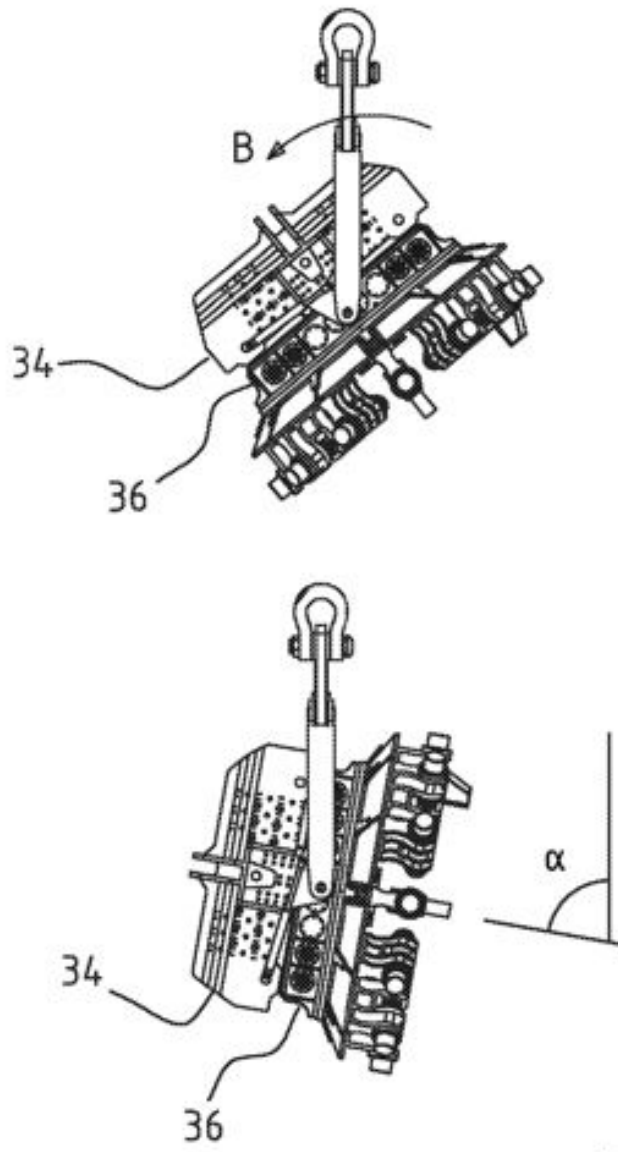


Figura 3C

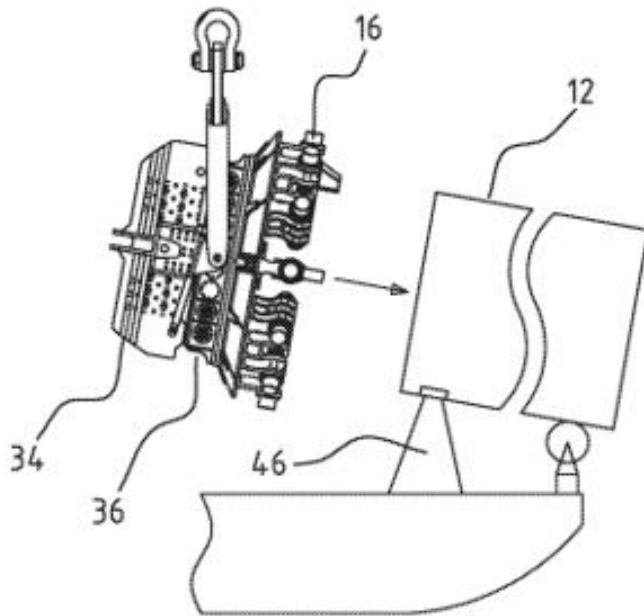


Figura 3D

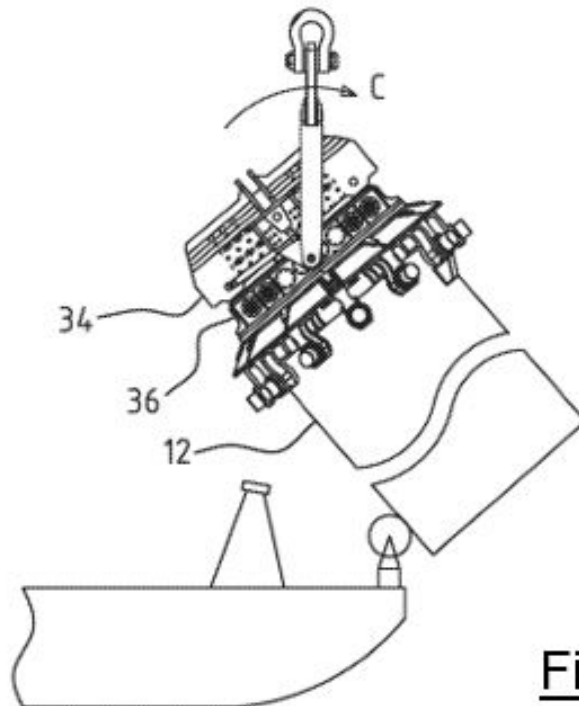


Figura 3E

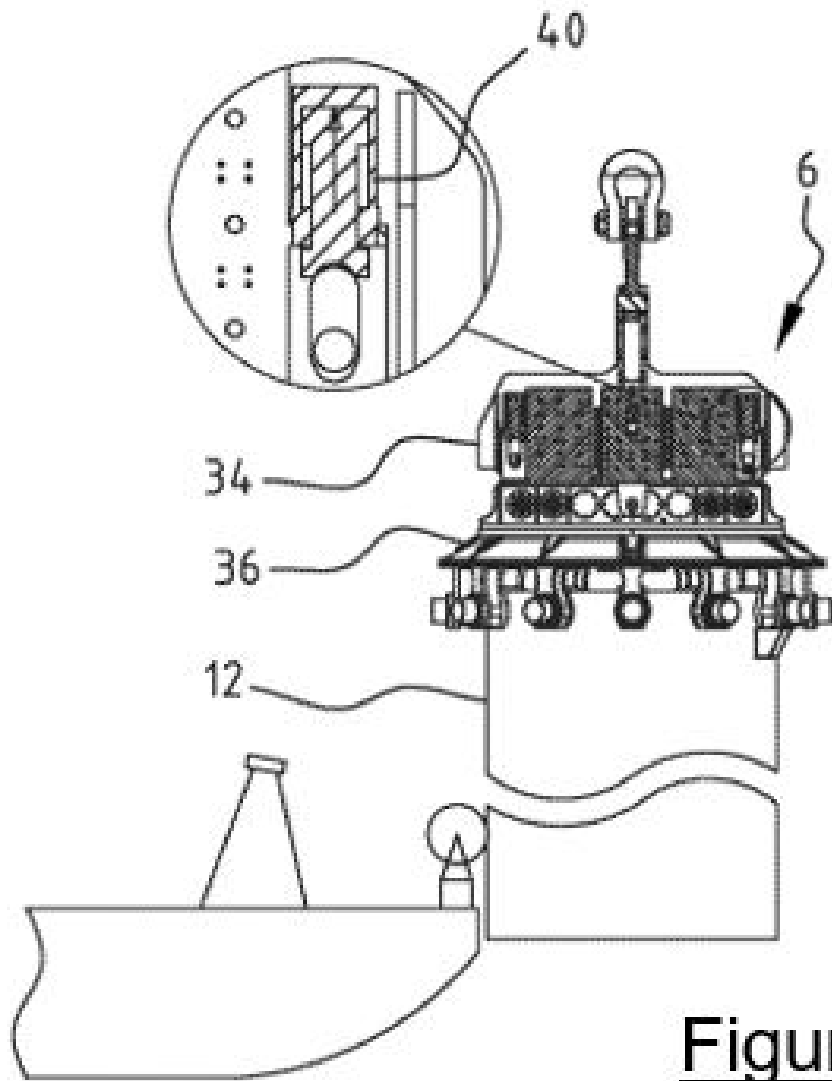


Figura 3F

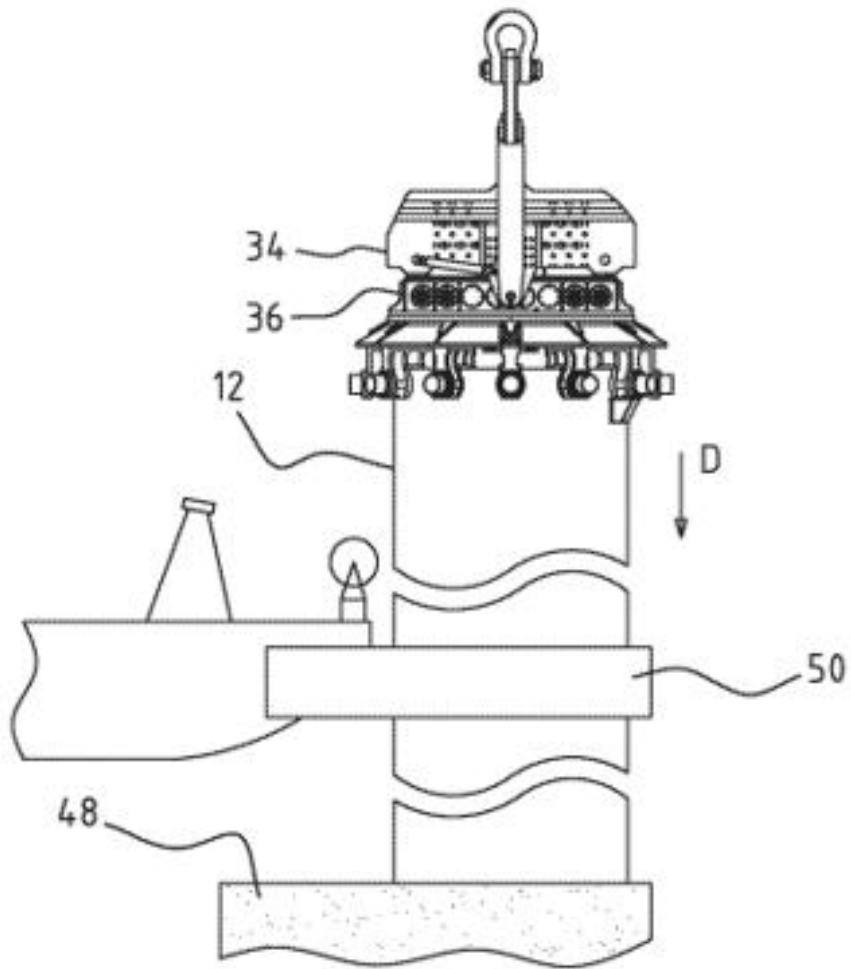


Figura 3G

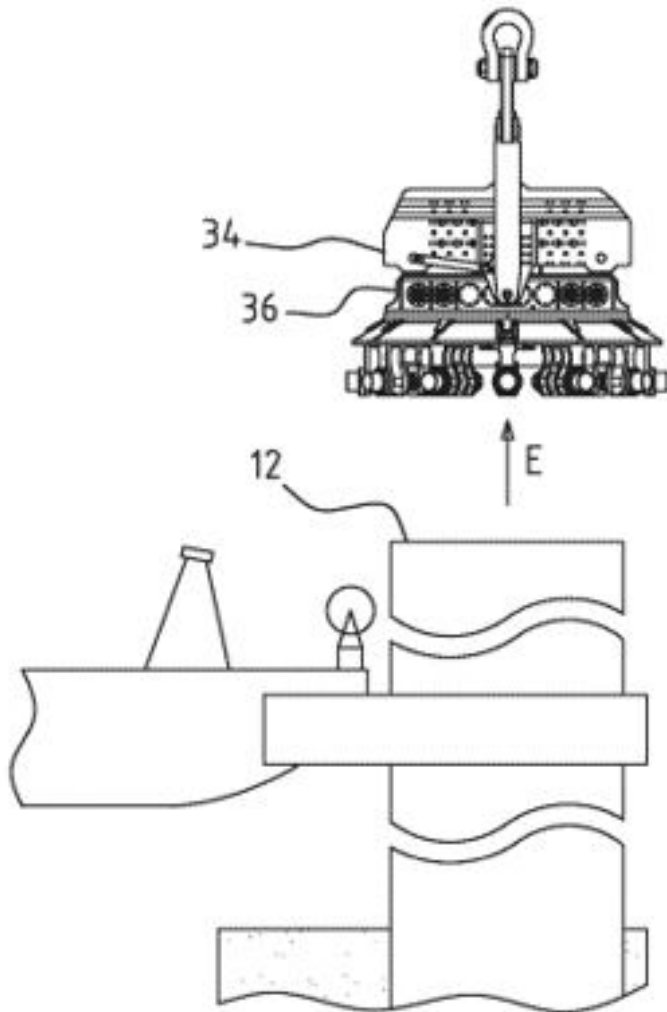


Figura 3H

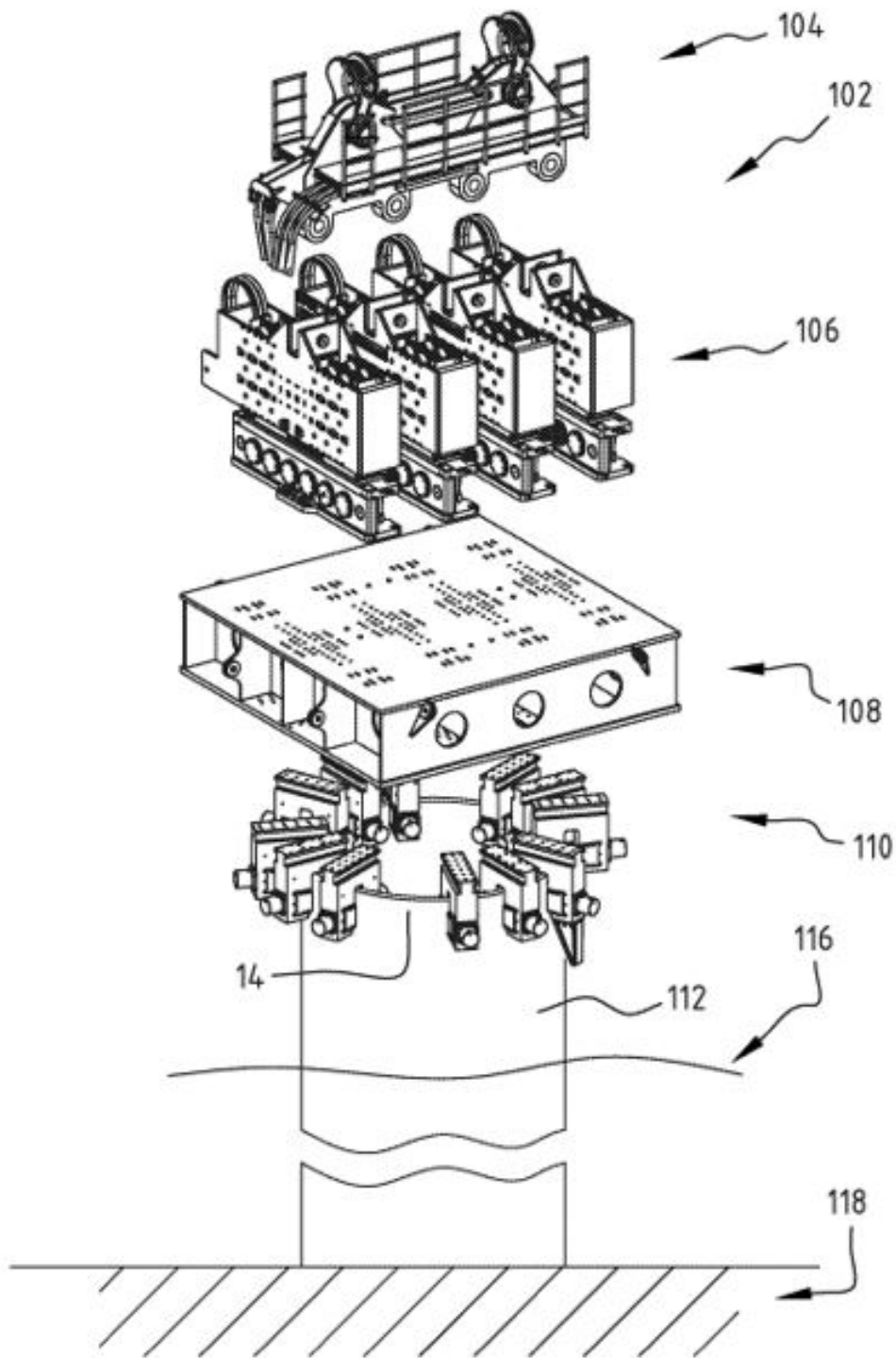


Figura 4

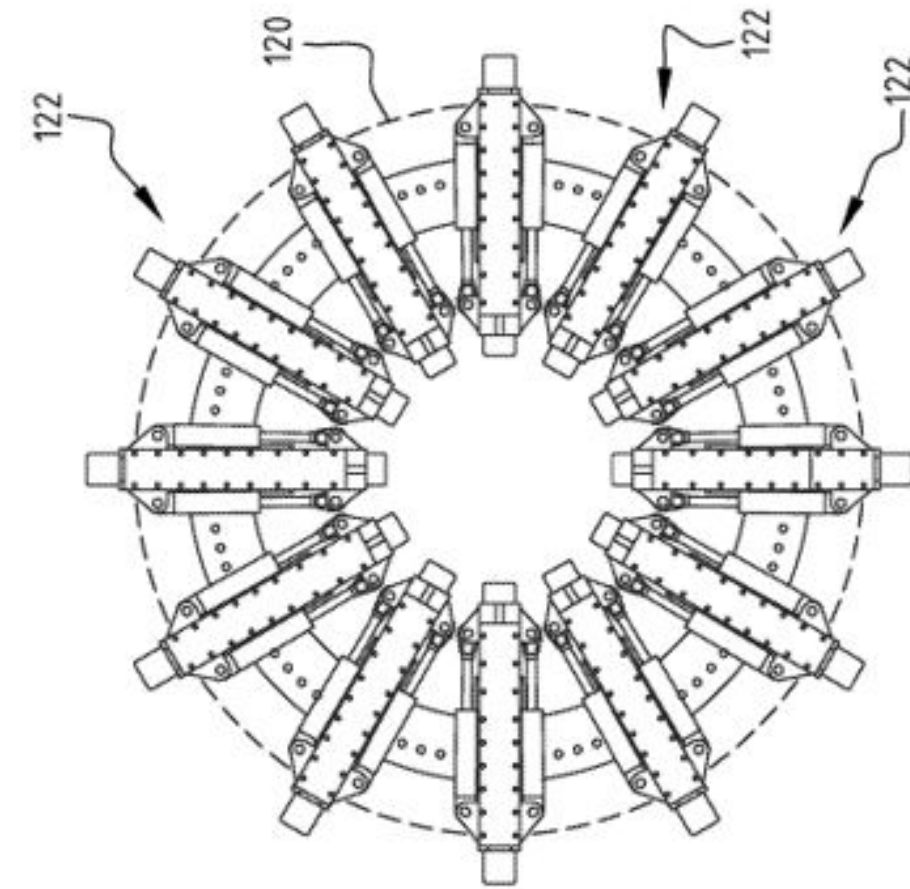


Figure 5B

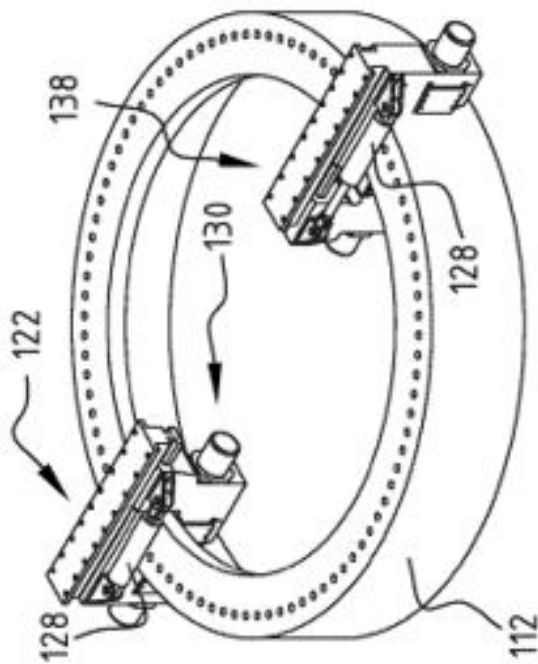


Figure 5A

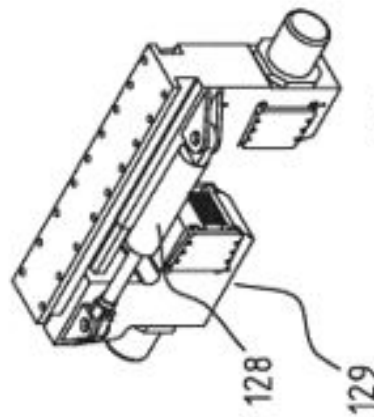


Figure 5D

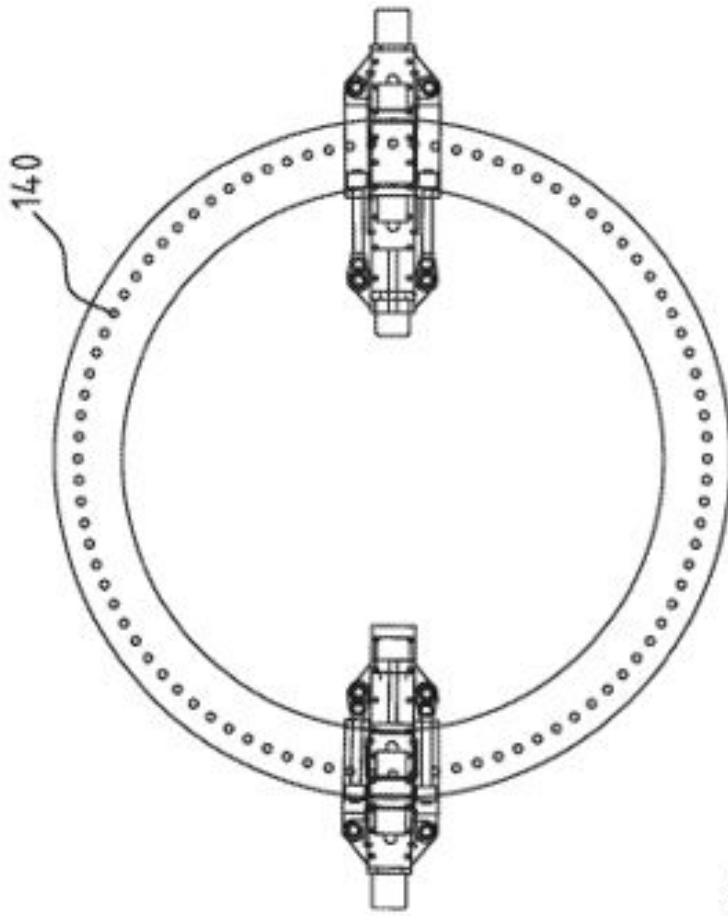


Figura 5C

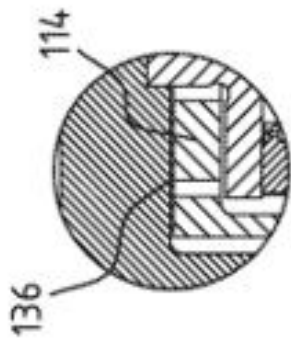


Figura 5F

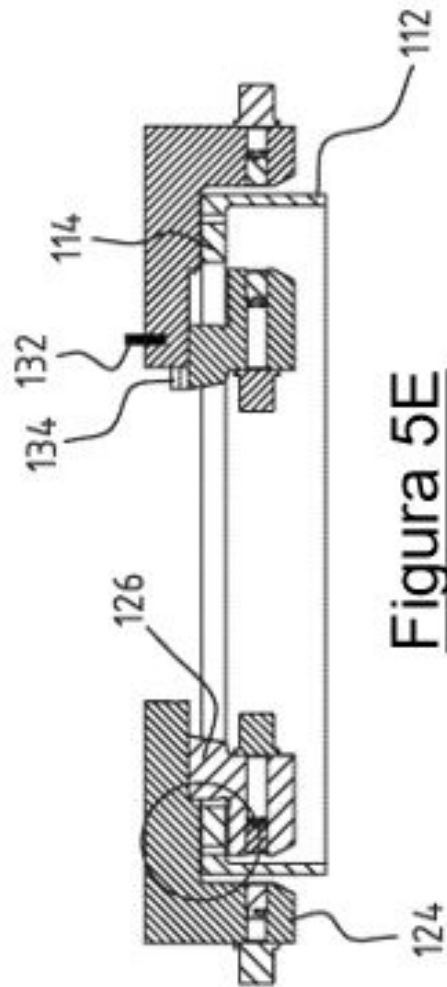


Figura 5E

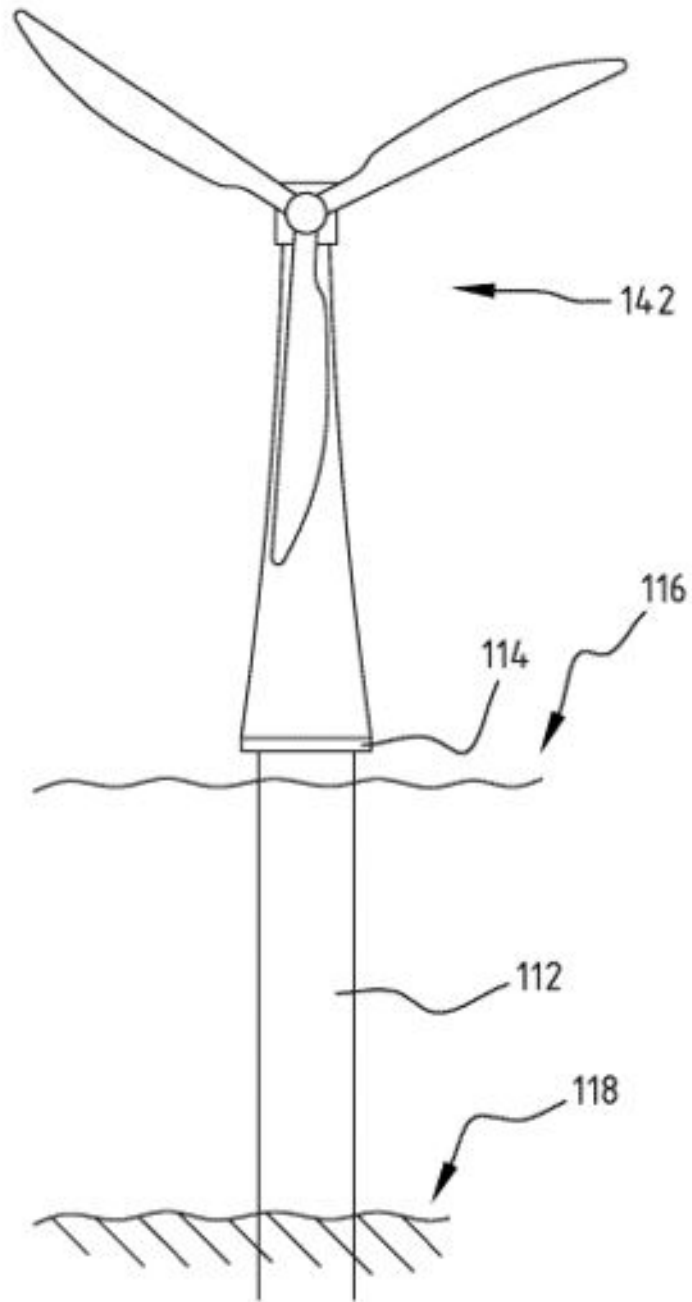


Figura 6