

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 691**

51 Int. Cl.:

B63B 35/44 (2006.01)
C02F 9/00 (2013.01)
E21B 43/20 (2006.01)
F03D 13/25 (2006.01)
C02F 1/20 (2013.01)
C02F 1/44 (2013.01)
C02F 103/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2020** **PCT/US2020/016493**
87 Fecha y número de publicación internacional: **12.08.2021** **WO21158210**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2020** **E 20709408 (7)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2024** **EP 4100313**

54 Título: **Instalación de producción de agua en alta mar con energía eólica y procedimiento para fabricar dicha instalación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.02.2025

73 Titular/es:

SINGLE BUOY MOORINGS INC (100.00%)
5 Rue de Fribourg
1723 Marly, CH

72 Inventor/es:

FEATHERSTONE, NEIL;
RAATZ, KEVIN y
MARTIN, BRUCE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 998 691 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

Instalación de producción de agua en alta mar con energía eólica y procedimiento para fabricar dicha instalación

Campo técnico

La presente invención se refiere a una instalación de producción de agua en alta mar.

5 Además, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de dicha instalación de producción de agua en alta mar.

Antecedentes de la técnica

10 La recuperación mejorada de petróleo (EOR - *Enhanced Oil Recovery*) es un principio en el que el petróleo se extrae de un depósito o pozo por medios (mecánicos) adicionales. La EOR aumenta la cantidad de petróleo que se puede recuperar de un campo. La EOR se puede lograr mediante la inyección de agua. La EOR entra en juego durante las últimas etapas del campo. Por lo tanto, con frecuencia se añade un paquete de inyección de agua a un buque de superficie después de que el buque haya estado en la estación durante un tiempo. El buque de superficie debe tener espacio disponible para ubicar este paquete y debe tener capacidad (de peso) disponible. No siempre sucede así. Alternativamente, si hay adaptaciones para el peso y el espacio, el buque de superficie no funciona a la capacidad máxima de carga útil durante una gran parte de su vida útil.

15 Un objetivo de la presente solicitud es superar o mitigar estas desventajas. El documento WO2009/040442A1 describe una turbina eólica en alta mar y un sistema de inyección de agua de pozo submarino.

Compendio

20 El objetivo se logra mediante una instalación de producción de agua en alta mar que se encuentra en una masa de agua que comprende un objeto flotante, al menos una turbina eólica, un generador de energía que está acoplado a la turbina eólica y un sistema de producción de agua,

- el objeto flotante comprende una pluralidad de conjuntos de flotación que sostienen al menos una columna en la que se monta una turbina eólica;

25 - en al menos una columna, además, una plataforma de equipos de procedimiento está montada debajo de un área operativa de la turbina eólica y por encima de un nivel de la superficie del agua;

- el sistema de producción de agua está dispuesto en la plataforma del equipo de procedimiento, en donde el sistema de producción de agua está configurado para la inyección de agua de pozo submarino y comprende un conjunto de ultrafiltración y un conjunto de desaireación de membrana para el agua que se va a inyectar.

30 La invención proporciona una instalación de producción de agua en alta mar que, debido al hecho de que la ultrafiltración y la desaireación por membrana requieren mucho menos espacio, es más liviana y consume menos energía que los sistemas de la técnica anterior que utilizan torres de filtración (o lechos de filtración) de mayor tamaño y conjuntos de desaireación.

35 La invención proporciona una recuperación mejorada de petróleo mediante la inserción de agua de calidad en el depósito de hidrocarburos, en el que el agua de calidad es producida mediante energía renovable. Además, la instalación de producción de agua en alta mar se puede operar independientemente de las instalaciones de producción de petróleo o gas, como una instalación FPSO. La instalación de producción de agua en alta mar se puede ubicar cerca de un pozo de inyección de agua a una distancia sustancial de la instalación de superficie. Esto también reduce los costes del elevador de inyección de agua. Además, la instalación de producción de agua en alta mar es reubicable y se puede colocar por encima de un depósito de hidrocarburos a pedido. Las instalaciones de producción de petróleo o gas no requieren reservar espacio de plataforma para el sistema de producción de agua.

40 Además, la invención se refiere a un procedimiento para fabricar una instalación de producción de agua en alta mar, que comprende:

- crear un objeto flotante que comprende una pluralidad de conjuntos de flotación que soportan al menos una columna para montar en la misma una turbina eólica y un generador de energía que está acoplado a la turbina eólica;

45 - crear en al menos una columna una plataforma de equipos de procedimiento por debajo de un área operativa de la turbina eólica y por encima de un nivel de superficie del agua;

- disponer un sistema de producción de agua en la plataforma del equipo de procedimiento,

en donde el sistema de producción de agua está configurado para la inyección de agua de pozo submarino y comprende un conjunto de ultrafiltración y un conjunto de desaireación de membrana.

50

Además, en función de una realización, el procedimiento proporciona que la plataforma del equipo de procedimiento, al menos una turbina eólica y el sistema de producción de agua se instalen en el objeto flotante en una ubicación del lado del muelle de una instalación de producción de objeto flotante. Ventajosamente, esta realización permite la instalación de equipos con una dificultad relativamente baja, ya que las condiciones ambientales, el viento y las olas se reducen mucho más en el muelle que en el sitio.

Realizaciones ventajosas de la invención son además definidas por las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará con más detalle a continuación con referencia a los dibujos en los que se muestran realizaciones ilustrativas de la misma. Los dibujos están destinados exclusivamente a fines ilustrativos y no a una restricción del concepto inventivo. El alcance de la invención solo está limitado por las definiciones presentadas en las reivindicaciones adjuntas.

En los dibujos, los elementos con el mismo número de referencia se refieren a elementos iguales o correspondientes.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un sitio en alta mar sobre un yacimiento de hidrocarburos que incluye un sistema de tratamiento de agua en alta mar impulsado por viento en función de una realización;

la Figura 2 muestra esquemáticamente una disposición de un sistema de producción de agua en función de una realización;

la Figura 3 muestra una vista lateral de un objeto flotante en función de una realización;

la Figura 4 muestra una disposición de vista superior de una plataforma de equipos de procedimiento en función de una realización;

la Figura 5 muestra esquemáticamente un diagrama de suministro de energía para un sistema de producción de agua fuera del alcance de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos, pero la invención no se limita a los mismos. Los dibujos descritos son solamente esquemáticos y no limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala con fines ilustrativos.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un sitio en alta mar 2 sobre un yacimiento de hidrocarburos que incluye un sistema de producción de agua en alta mar impulsado por energía eólica 100 en función de una realización.

En el sitio en alta mar, un buque de producción 200, tal como una instalación flotante de producción y descarga FPO (*Floating Production and Offloading*) (o una instalación flotante de almacenamiento y descarga de producción, FPSO - *Floating Production Storage and Offloading*) para hidrocarburos o una FPU, es decir, una semisumergible o una TLP (*Tension Leg Platform* - plataforma de patas en tensión), se encuentra en el mar 1 por encima de un yacimiento submarino de hidrocarburos. El buque de producción 200 puede ser cualquier tipo de instalación de producción de hidrocarburos que esté amarrada en la ubicación. Se puede usar cualquier tipo de sistema de amarre (no mostrado), como amarre extendido o amarre de torreta, para amarrar el buque de producción. El buque de producción está acoplado por tubos ascendentes (*risers*, no mostrados) a uno o más pozos de producción en el lecho marino desde el cual se recogen los hidrocarburos. Con el tiempo, durante la explotación del yacimiento de hidrocarburos, la presión de los pozos disminuirá, lo que complicará la producción de hidrocarburos. Para mejorar la producción de hidrocarburos, se inyecta agua en el depósito de hidrocarburos en una ubicación de inyección 4 en el fondo marino. La ubicación de inyección se encuentra típicamente a una distancia sustancial del (de los) pozo(s) de hidrocarburos y la ubicación del buque de producción 200.

En función de una realización, la inyección de agua se proporciona mediante una instalación de producción de agua en alta mar 100 que se materializa mediante un objeto flotante que está equipado con un sistema de producción de agua 10 y una fuente de alimentación para hacer funcionar el sistema de producción de agua. El suministro de energía se basa en una fuente de energía renovable, tal como un generador de energía accionado por turbina eólica 25, 26.

En función de dicha realización, el objeto flotante comprende una pluralidad de conjuntos de flotación 30 que soportan al menos una columna 40 en la que se montan una turbina eólica 26 y un generador de energía 25.

Como se muestra en la Figura 1, el objeto flotante consiste en una estructura de armadura con una serie de conjuntos de flotación 30 que soportan una columna central 40 con al menos un elemento de conexión radial 32 a cada conjunto de flotación. Los conjuntos de flotación están interconectados por elementos de conexión transversales 34.

El sistema de producción de agua 10 del cual se describirá una realización con referencia a la Figura 2, está dispuesto para absorber agua de mar y después del tratamiento del agua de mar, para transportar agua al (a los) punto(s) de inyección submarino(s) 4 a través de un elevador de inyección de agua 6. Además, un umbilical 8 puede estar corriendo entre el objeto flotante y el (los) punto(s) de inyección submarino(s) 4 para transportar energía eléctrica y/o señales de control.

El objeto flotante se coloca en las proximidades de, o en la ubicación de, el o los puntos de inyección submarinos 4 mediante un sistema de amarre 50. En el fondo marino se proporcionan puntos de anclaje 52 que están conectados al objeto flotante por medio de líneas de amarre (tensas) o tendones 54.

Para proporcionar control remoto desde el buque de producción flotante 200 a la instalación de producción de agua en alta mar, se proporciona un sistema de comunicación 60, 61, preferentemente un sistema de comunicación inalámbrica, en el buque de producción flotante y la instalación de producción de agua en alta mar.

La Figura 2 muestra esquemáticamente una disposición de un sistema de producción de agua 10 en función de una realización.

El sistema de producción de agua 10 comprende un conjunto de ultrafiltración 12, un conjunto de desaireación por membrana 14, un conjunto de recuperación de sulfato 16, una bomba de elevación de agua 18, una bomba de alimentación de agua 20 y una bomba de inyección de agua 24.

La bomba de elevación de agua 18 está dispuesta para absorber agua de mar. Una salida de la bomba de elevación de agua 18 está conectada a una entrada del conjunto de ultrafiltración 12 a través de un filtro de entrada (grueso) 22. El conjunto de ultrafiltración 12 está dispuesto para producir agua tratada (potable) de alta calidad a partir del agua de mar recibida de la bomba de elevación de agua 18.

Una salida del conjunto de ultrafiltración 12 está conectada a una entrada de la bomba de alimentación de agua 20. Una salida de la bomba de alimentación de agua 20 está conectada a una entrada del conjunto de recuperación de sulfato 16 que está dispuesto para eliminar los iones sulfato del agua.

Una salida del conjunto de recuperación de sulfato 16 está conectada a una entrada del conjunto de desaireación de membrana 14 que está dispuesto para retirar los gases disueltos del agua. Finalmente, se dispone una salida del conjunto de desaireación de membrana 14 para acoplarse a un sistema de inyección de agua de pozo submarino (que incluye una bomba de agua a alta presión 24).

En algunas realizaciones, el sistema de producción de agua 10 comprende un sistema de alimentación (no mostrado) para alimentar aditivos químicos al agua. Dichos aditivos químicos pueden usarse para reducir las reacciones perjudiciales del agua producida dentro del depósito después de la inyección.

El sistema de producción de agua 10 es alimentado por el generador de energía basado en la turbina eólica 25, 26 ubicado en la columna 40 del objeto flotante.

La Figura 3 muestra una vista lateral de un objeto flotante en función de una realización.

En función de una realización, el sistema de producción de agua 10 está instalado en una plataforma de equipos de procedimiento 42. La plataforma de equipos de procedimiento 42 está montada en la columna 40 que transporta la turbina eólica 25 (incluido el generador de energía 26). La plataforma de equipos de procedimiento 42 está ubicada entre el área operativa de la turbina (es decir, el área cubierta por el diámetro del rotor) y el nivel de la superficie del mar.

En función de una realización adicional, se instala una plataforma de desembarco del barco adicional 44 en la columna 40 entre la plataforma del equipo de procedimiento 42 y el nivel de la superficie del mar. La plataforma de desembarco del barco 44 se utiliza para amarrar buques de servicio que pueden suministrar productos químicos y otros materiales para su uso con el sistema de producción de agua 10.

En una realización, la plataforma de desembarco del barco 44 tiene un área que es sustancialmente más pequeña que el área de la plataforma del equipo de procedimiento 42.

La Figura 4 muestra una disposición en vista superior de una plataforma de equipos de procedimiento 42 en función de una realización.

En la plataforma de equipos de procedimiento 42, los componentes del sistema de producción de agua 10 están montados de manera que el punto de gravedad (en direcciones horizontales) no cambia significativamente con respecto a una columna que soporta solo un generador de energía basado en turbina eólica.

En la realización mostrada, el sistema de producción de agua 10 comprende como componentes un par de conjuntos de ultrafiltración 12, un par de conjuntos de desaireación de membrana 14 y un par de conjuntos de recuperación de sulfato 16. Además, la bomba de inyección de agua 24 que alimenta el agua producida a los puntos de inyección de agua submarina 4 se muestra en el diseño.

Un área de la plataforma del equipo de procedimiento 42 está reservada como área de colocación 36 para los productos entregados por un buque de servicio. Una grúa 38 se posiciona adyacente al área de colocación 36 para mover los productos a través de la plataforma.

5 Opcionalmente, se puede proporcionar una segunda grúa en la plataforma del equipo de procedimiento fuera del área de colocación.

10 El diseño de los componentes del sistema de producción de agua en la plataforma del equipo de procedimiento 42 puede ser tal que el área de colocación 36 se coloque en un sector de la plataforma del equipo de procedimiento 42 por encima y se superponga a la plataforma de desembarco del barco 44. Los componentes del sistema de producción de agua 10 pueden disponerse de manera que el equipo de alto riesgo y el almacenamiento de productos químicos no estén en el área de colocación 36 de la plataforma del equipo de procedimiento que se superpone con el área de la plataforma de desembarco del barco 44 debajo de ella.

La Figura 5 muestra esquemáticamente un diagrama para un sistema de producción de agua 10 fuera del alcance de la invención.

15 El sistema de producción de agua 10 y el generador de energía a base de turbina eólica 25, 26 están dispuestos sobre o en un objeto flotante 300.

El sistema de producción de agua 10 procesa un flujo 81 de agua de mar entrante en un flujo 82 de agua de alta calidad que se inyectará mediante una bomba de inyección de agua 24 en un depósito de hidrocarburos submarino. El generador de energía 25 suministra energía 84 a los componentes 12, 14, 18, 24 del sistema de producción de agua 10. En esta realización, opcionalmente, también se puede instalar una recuperación de sulfato 16.

20 El objeto flotante 300 puede incorporarse como una estructura de torre flotante soportada por una estructura de armadura de conjuntos de flotación como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 1, 3 y 4. Alternativamente, el objeto flotante 300 puede incorporarse como una estructura semisumergible 302 que lleva al menos una columna 310 en la que se montan una turbina eólica 26 y un generador de energía 25. La estructura sumergible 302 puede estar dispuesta para transportar dos o más columnas que soportan, cada una, una turbina eólica y un generador de energía.

En función de una realización, la instalación de producción de agua en alta mar se fabrica en función de un procedimiento que comprende:

- crear un objeto flotante que comprende una pluralidad de conjuntos de flotación que soportan al menos una columna para montar en la misma una turbina eólica y un generador de energía que está acoplado a la turbina eólica;

30 - crear en al menos una columna una plataforma de equipos de procedimiento por debajo de un área operativa de la turbina eólica y por encima de un nivel de superficie del agua;

- disponer un sistema de producción de agua en la plataforma del equipo de procedimiento,

en donde el sistema de producción de agua está configurado para la inyección de agua de pozo submarino y comprende un conjunto de ultrafiltración y un conjunto de desaireación de membrana.

35 Preferentemente, al menos una turbina eólica 26, el generador de energía 25 y el sistema de producción de agua 10 se instalan en el objeto flotante en una ubicación de muelle de una instalación de producción de objeto flotante. La instalación de la turbina eólica y el generador de energía y los componentes del sistema de producción de agua en la ubicación del muelle reduce los costos y el esfuerzo significativamente, ya que las condiciones de trabajo en el muelle suelen ser mejores que en una ubicación en alta mar.

40 La invención se ha descrito con referencia a algunas realizaciones. Modificaciones y alteraciones obvias se le ocurrirán al experto en la materia tras la lectura y comprensión de la descripción detallada anterior. Se pretende que la invención se interprete como que incluye todas estas modificaciones y alteraciones en la medida en que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una instalación de producción de agua en alta mar que se ubicará en una masa de agua y que comprende un objeto flotante, al menos una turbina eólica, un generador de energía que está acoplado a la turbina eólica y un sistema de producción de agua,
5 - el objeto flotante comprende una pluralidad de conjuntos de flotación que sostienen al menos una columna en la que se monta una turbina eólica;
 - en la al menos una columna, además, una plataforma de equipos de procedimiento está montada debajo de un área operativa de la turbina eólica y por encima de un nivel de la superficie del agua;
10 - el sistema de producción de agua está dispuesto en la plataforma del equipo de procedimiento, en donde el sistema de producción de agua está configurado para la inyección de agua de pozo submarino y comprende un conjunto de ultrafiltración y un conjunto de desaireación de membrana para el agua que se va a inyectar.
2. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 1, en donde una plataforma de desembarco del barco está montada en al menos una columna entre la plataforma de equipos de procedimiento y el nivel de la superficie del agua.
- 15 3. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sistema de producción de agua es alimentado por el generador de energía.
4. La instalación de producción de agua en alta mar de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sistema de producción de agua comprende además una bomba de elevación de agua, en donde: la bomba de elevación de agua está dispuesta para tomar agua de la masa de agua, una salida de la bomba de elevación de
20 agua está conectada a una entrada del conjunto de ultrafiltración a través de un filtro de entrada, una salida del conjunto de ultrafiltración está conectada a una entrada del conjunto de desaireación de membrana, y una salida del conjunto de desaireación de membrana está dispuesta para acoplarse a un sistema de inyección de agua de pozo submarino.
5. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 4, en donde el sistema de
25 producción de agua comprende adicionalmente un conjunto de recuperación de sulfato (SRU - *Sulfate Recovery Unit*) para la retirada de sulfato del agua y el conjunto de recuperación de sulfato está dispuesto entre la salida del conjunto de ultrafiltración y la entrada del conjunto de desaireación de membrana, en el que una entrada del conjunto de recuperación de sulfato está acoplada a la salida del conjunto de ultrafiltración y una salida del conjunto de recuperación de sulfato está acoplada a la entrada del conjunto de desaireación de membrana.
- 30 6. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 4, en donde el sistema de producción de agua comprende además una bomba de alimentación de agua que está dispuesta entre la salida del conjunto de ultrafiltración y la entrada del conjunto de desaireación de membrana; la bomba de alimentación de agua es alimentada por el generador de energía.
- 35 7. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 5, en donde el sistema de producción de agua comprende además una bomba de alimentación de agua que está dispuesta entre la salida del conjunto de ultrafiltración y la entrada del conjunto de recuperación de sulfato; donde la bomba de alimentación de agua es alimentada por el generador de energía.
8. La instalación de producción de agua en alta mar de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el equipo de procedimiento comprende adicionalmente un área de colocación para productos transportables, y adyacente al área de colocación, una grúa para mover los productos sobre la plataforma del equipo de procedimiento.
- 40 9. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 2, en donde el área de colocación está colocada en un sector de la plataforma del equipo de procedimiento por encima y superpuesta al área de la plataforma de desembarco del barco.
10. La instalación de producción de agua en alta mar de la reivindicación 9, que comprende además una
45 segunda grúa en la plataforma del equipo de procedimiento fuera del sector.
11. La instalación de producción de agua en alta mar de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la columna es una torre con al menos un elemento de conexión radial a cada conjunto de flotación y los conjuntos de flotación están interconectados por elementos de conexión transversales, y donde la turbina eólica y el generador de energía están montados en la parte superior de la torre.
- 50 12. La instalación de producción de agua en alta mar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los conjuntos de flotación están adaptados para conectarse a un punto de anclaje correspondiente en un lecho marino por medio de un tendón o una línea de amarre tensa.

13. Un procedimiento para fabricar una instalación de producción de agua en alta mar, que comprende:

- crear un objeto flotante que comprende al menos una columna y una pluralidad de conjuntos de flotación que soportan al menos una columna;
- montar en al menos una columna una turbina eólica y un generador de energía que está acoplado a la turbina eólica;
- crear en al menos una columna una plataforma de equipos de procedimiento por debajo de un área operativa de la turbina eólica y por encima de un nivel de superficie del agua;
- disponer un sistema de producción de agua en la plataforma del equipo de procedimiento,

en donde el sistema de producción de agua está configurado para la inyección de agua de pozo submarino y comprende un conjunto de ultrafiltración y un conjunto de desaireación de membrana.

14. El procedimiento de la reivindicación 13, que comprende además: configurar el generador de energía para suministrar energía al sistema de producción de agua.

15. El procedimiento de la reivindicación 13 o la reivindicación 14, en donde el procedimiento comprende que la plataforma del equipo de procedimiento, al menos una turbina eólica y el generador de energía y el sistema de producción de agua se instalen en el objeto flotante en una ubicación del muelle de una instalación de producción del objeto flotante.

Fig. 1

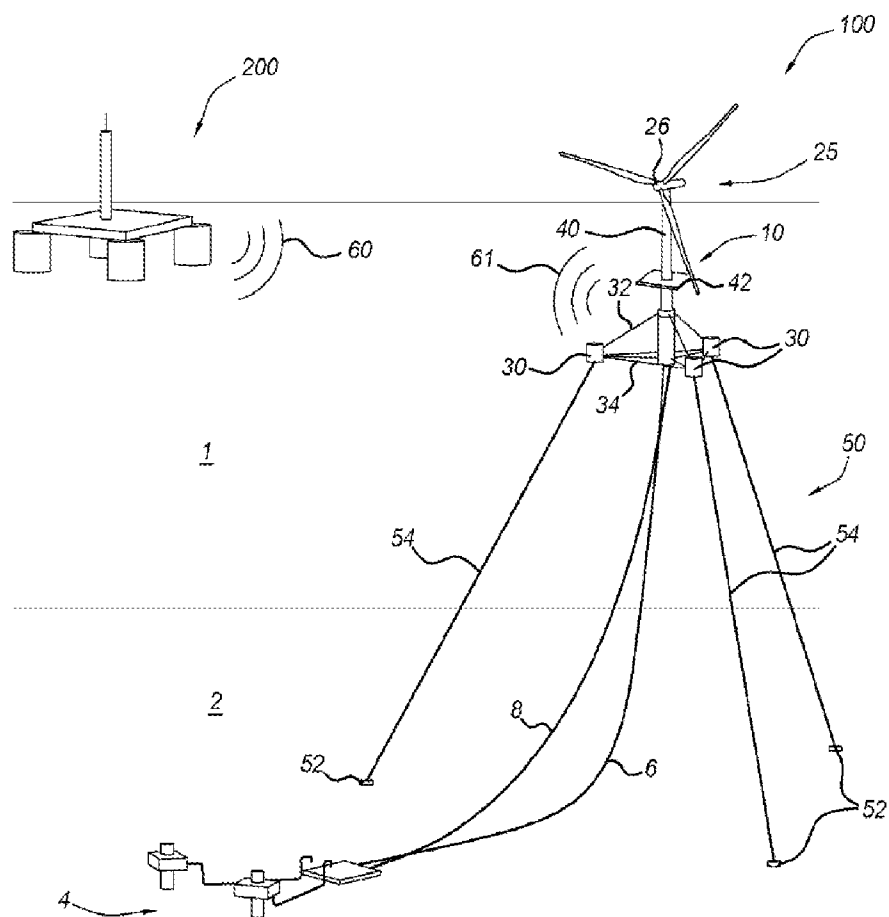


Fig. 2

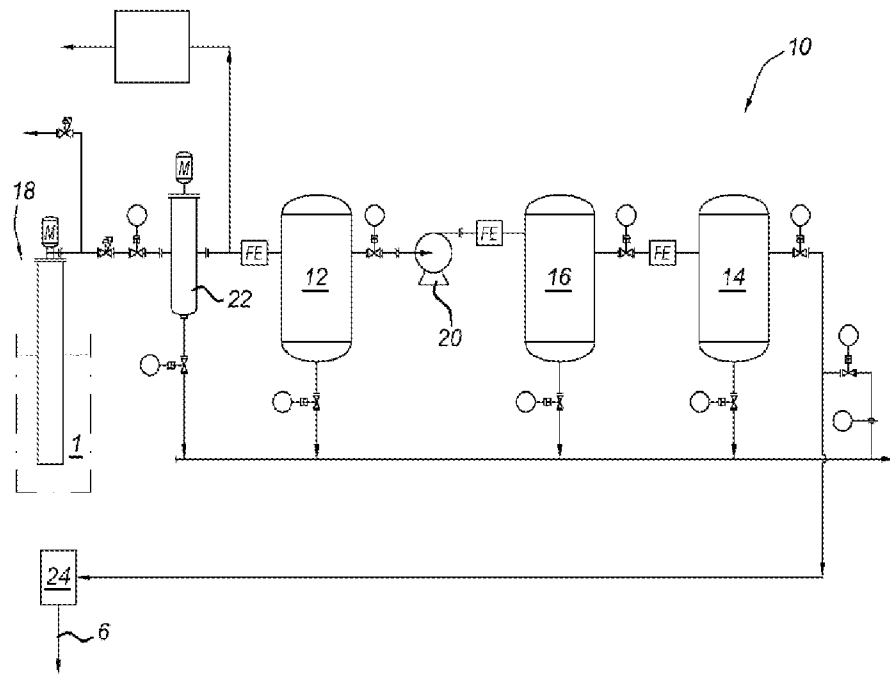


Fig. 3

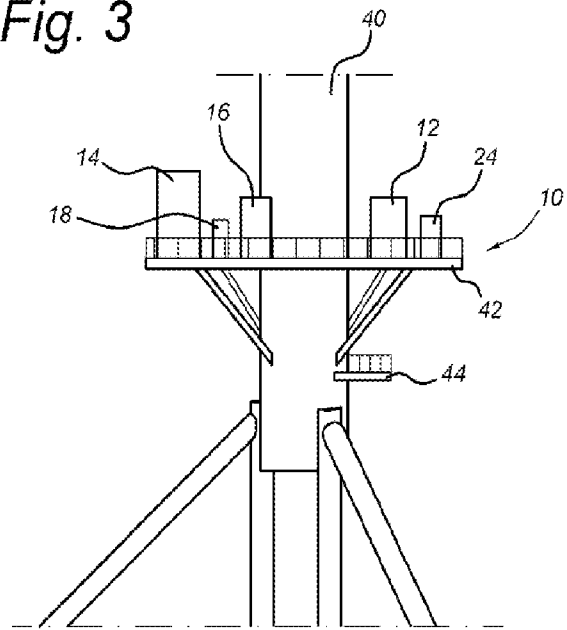


Fig. 4

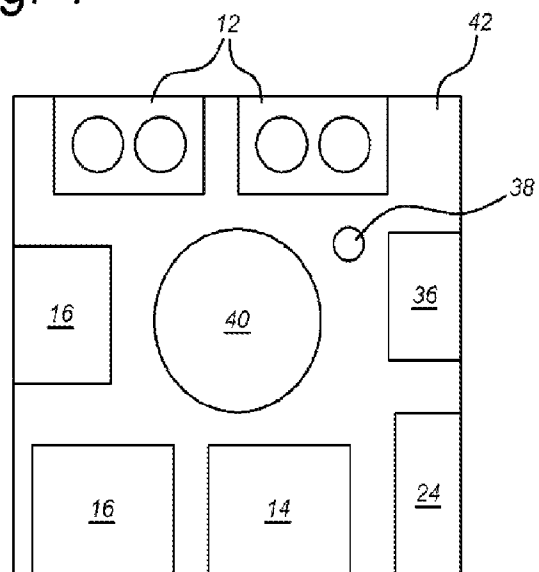


Fig. 5

