

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 103**

51 Int. Cl.:

B63B 35/28	(2006.01)
B63B 27/08	(2006.01)
B63B 43/06	(2006.01)
E02D 23/08	(2006.01)
B63B 27/36	(2006.01)
B63B 21/50	(2006.01)
B66C 13/02	(2006.01)
E02B 17/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.08.2015 PCT/US2015/047094**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16033278**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2015 E 15760021 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3186141**

54 Título: **Un proceso de múltiples embarcaciones para instalar y recuperar paquetes de equipos submarinos**

30 Prioridad:

27.08.2014 US 201462042565 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.02.2021

73 Titular/es:

**SAFE MARINE TRANSFER, LLC (100.0%)
526 Little John Lane
Houston, TX 77024, US**

72 Inventor/es:

**CHITWOOD, JAMES, E.;
SCHROEDER, ART, J., JR.;
MAILAND, JASON, C. y
KRASIN, TIMOTHY, T.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 804 103 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

Un proceso de múltiples embarcaciones para instalar y recuperar paquetes de equipos submarinos

Campo de la descripción

5 Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren generalmente a la bajada e instalación y/o recuperación de una superficie extensa y objetos con una masa significativa en el fondo marino usando una pluralidad de remolcadores, embarcaciones remolcadoras u otro tipo de embarcaciones que sean rentables. Tales objetos, por ejemplo, pueden ser partes o componentes de una instalación asentada en el fondo marino o la instalación misma.

Antecedentes

10 Cuando los objetos con una superficie extensa se sumergen a cualquier profundidad, experimentan grandes fuerzas de arrastre que actúan de forma muy similar a una enorme ancla de mar cuando una embarcación de superficie de apoyo responde al entorno marino. Cualquier cable de soporte desde la embarcación de superficie experimentará una amplificación significativa de la carga estática debido al movimiento de la embarcación de superficie.

15 Además, la(s) embarcación/embarcaciones, el cable y el objeto sumergido forman un sistema de "amortiguador de masa-resorte" que cuenta con un período natural que puede ser excitado por el movimiento de fuerzas marino que obliga a las embarcaciones de superficie a adoptar la frecuencia natural del sistema. Esto crea una zona de resonancia donde la longitud del cable sintoniza la frecuencia natural del sistema con la del movimiento de la embarcación de apoyo.

El documento WO 2013/150079 A1 se refiere a un método para colocar un conjunto inferior en el fondo de un cuerpo de agua.

20 Compendio de las realizaciones reivindicadas

La presente descripción describirá un método de múltiples embarcaciones que gestiona adecuadamente la bajada y/o recuperación de superficies extensas y objetos con gran masa en el fondo marino.

25 En un aspecto, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a un proceso para bajar un paquete de equipo submarino al fondo marino. Inicialmente, una pluralidad de embarcaciones está unida al paquete de equipo submarino a través de cables a puntos de acceso individuales en el paquete de equipo submarino. Las embarcaciones aflojan una cantidad predeterminada de los cables. Los cables están tensados. La flotabilidad del paquete de equipo submarino se ajusta para hundir el paquete de equipo submarino, mientras que la tensión en los cables se mantiene para soportar el peso sumergido del paquete de equipo submarino. La posición del paquete de equipo submarino se controla mediante el aflojamiento de cable adicional a medida que el paquete de equipo submarino se hunde hacia el fondo marino, donde el paquete de equipo submarino se asienta e instala en el fondo marino.

30 El ajuste de la flotabilidad del paquete de equipo submarino se puede realizar de una o de varias maneras, que incluyen: lastrar el paquete de equipo submarino, deslastrar el paquete de equipo submarino, eliminar la flotabilidad del paquete de equipo submarino o lanzar el paquete de equipo submarino desde una embarcación de apoyo.

35 Después de la instalación, el paquete de equipo submarino puede recuperarse mediante un proceso que incluye: aflojar una cantidad predeterminada de los cables de la pluralidad de embarcaciones, reconectar una pluralidad de embarcaciones a través de cable a los puntos de acceso correspondientes del paquete de equipo submarino, aumentar la tensión en los cables y/o incrementar la flotabilidad del paquete de equipo submarino para elevar el paquete de equipo submarino desde el fondo marino, deslastrar el paquete de equipo submarino y enrollar el cable desde la pluralidad de embarcaciones de superficie.

40 Otros aspectos y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento.

45 La Figura 2 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento.

La Figura 3 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento.

La Figura 4 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento.

La Figura 5 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

5 La Figura 6 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

La Figura 7 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

10 La Figura 8 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

15 La Figura 9 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

La Figura 10 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

20 La Figura 11 es un dibujo esquemático que ilustra partes de un método para depositar un paquete de equipo submarino en un fondo marino según las realizaciones descritas en el presente documento que no forman parte del tema reivindicado.

La Figura 12 es una ilustración de un tanque que puede instalarse como parte del paquete de equipo submarino según las realizaciones descritas en el presente documento.

Descripción detallada

25 En un aspecto, las realizaciones en el presente documento se refieren a un proceso para bajar, instalar y/o recuperar una superficie extensa y objetos con masa significativa del fondo marino. Los objetos que se depositarán o recuperarán del fondo marino pueden incluir equipos mecánicos para el procesamiento de fluidos, equipos mecánicos para los servicios de construcción de pozos, tuberías o instalaciones, útiles necesarios para el soporte de dichos equipos mecánicos, tanques para el almacenamiento de líquidos o cualquier otro equipo que pueda ser útil para la
30 construcción, mantenimiento o apoyo de operaciones submarinas. Estos pueden denominarse en este documento como cargas útiles, paquetes, objetos, equipamientos, equipos submarinos o cualquier combinación de los mismos. El despliegue de dicho equipo puede ser temporal o semipermanente, dependiendo de la carga útil y su función en el fondo marino.

35 Inicialmente, el paquete de equipo submarino es remolcado al mar por una o más embarcaciones. Un cable se une desde una pluralidad de embarcaciones. Se pueden usar dos, tres o más embarcaciones. El cable está conectado a puntos de acceso individuales en el paquete del equipo submarino a partir de cada embarcación. Se afloja una cantidad predeterminada de cable a partir de la pluralidad de embarcaciones. La flotabilidad del paquete de equipo submarino se ajusta para hundir el paquete de equipo submarino. El paquete de equipo submarino se coloca en su ubicación en la instalación del fondo marino a medida que el paquete de equipo submarino se hunde hacia el fondo
40 marino. Finalmente, el paquete de equipo submarino se asienta en el fondo marino y se instala.

La flotabilidad del paquete de equipo submarino se ajusta de una de varias maneras. Dependiendo de las necesidades de la instalación individual proyectada, la flotabilidad puede ajustarse aumentando el lastre del paquete de equipo submarino, disminuyendo el lastre del paquete de equipo submarino, eliminando la flotabilidad del paquete de equipo submarino o lanzando el paquete de equipo submarino desde una embarcación de apoyo.

45 Durante el hundimiento e instalación del paquete, debe mantenerse la posición del paquete de equipo submarino. El control de la posición puede lograrse de una de varias maneras, lo que incluye: el ajuste de una longitud del cable desplegado desde las embarcaciones, el ajuste de la posición y/o la impulsión/propulsión de las embarcaciones, el ajuste de una cantidad de lastre en el paquete de equipo submarino, o el ajuste de la flotabilidad del paquete de equipo submarino.

50 Durante el hundimiento e instalación de paquetes de equipos submarinos, el paquete de equipo submarino mantiene una flotabilidad negativa neta durante el proceso de hundimiento.

Después de la instalación del paquete de equipo submarino en el fondo marino, es posible recuperar y reutilizar el cable, el cable de peso, el material de flotabilidad, el lastre y el paquete de equipo submarino.

Se ha comprobado que al aflojar la línea, ajustar la flotabilidad y controlar la posición, el espaciado, la impulsión y la tensión de la línea en el paquete de equipo submarino, se puede minimizar de manera beneficiosa el efecto de resonancia de frecuencia natural durante el proceso de hundimiento, y/o minimizarse de manera beneficiosa la tensión en los cables (se disminuye el requisito de resistencia de los cables y cabrestantes y, por lo tanto, el tamaño y el coste de las embarcaciones) durante el proceso de hundimiento. De esta manera, se puede aumentar la conformidad general del sistema en relación con el movimiento de la embarcación.

Cuando los objetos de superficie extensa se sumergen a cualquier profundidad, experimentan grandes fuerzas de arrastre que actúan de forma muy similar a una enorme ancla de mar cuando la embarcación de superficie de apoyo responde al entorno marino. Cualquier cable de soporte desde la embarcación de superficie experimentará una amplificación significativa de la carga estática debido al movimiento de la embarcación de superficie. Estas cargas de cable se corresponden a una función de la rigidez, la longitud y la cantidad del cable del movimiento vertical de la embarcación de superficie en el punto de suspensión. A no ser que se proporcione alguna compensación de movimiento, las cargas de amplificación dinámica pueden exceder la resistencia de los cables de suspensión. Es importante tener en cuenta que cuando se despliega suficiente cable de suspensión, el "estiramiento" del cable puede proporcionar una compensación de movimiento pasiva adecuada, que resulta ser estiramiento; de modo que la amplificación dinámica de la carga estática permanece dentro de la resistencia nominal del cable. Los expertos en la técnica que usan las propiedades específicas de un cable pueden calcular la longitud de cable requerida para gestionar esta amplificación de carga dinámica sin equipo adicional de compensación de movimiento. El uso de ambos equipos de compensación de movimiento activo y pasivo es una práctica común hoy en día para gestionar cargas dinámicas.

Además, la(s) embarcación/embarcaciones, el cable y el objeto sumergido forman un sistema de "amortiguador de masa-resorte" que cuenta con un período natural que puede ser excitado por el movimiento de fuerzas marino que obliga a las embarcaciones de superficie a adoptar la frecuencia natural del sistema. Esto crea una zona de resonancia potencialmente perjudicial para el cable donde la longitud del cable sintoniza la frecuencia natural del sistema con la del movimiento de la embarcación de apoyo. Cuando se aplica al ámbito, la mejor práctica es acortar o alargar el cable para cambiar el período natural del sistema a partir del usado por el movimiento de la embarcación impulsada por el mar.

El objeto que se debe bajar al fondo marino debe flotar inicialmente o mantenerse en la superficie oceánica. Para el propósito de esta descripción, considere que este objeto es una estructura tipo barcaza equipada con una "carga útil" para algún servicio o instalación submarina. Sin embargo, el objeto flotante puede tener cualquier forma o configuración para el propósito de esta descripción. Véase la Figura 1. Además, podría ser una estructura transportada en un bote de trabajo, una barcaza de lanzamiento o que flote con dispositivos de flotación temporales.

Con referencia ahora a la Figura 2, una pluralidad de embarcaciones (remolcadores u otros botes de trabajo en alta mar), cada una equipada con un cabrestante y suficiente cable (amarra metálica o sintética) con suficiente resistencia y longitud para ejecutar el proceso de instalación; cada una conecta su(s) cable(s) al objeto que se instalará. Para el propósito de esta explicación, se usarán dos remolcadores para ilustrar la descripción, aunque es posible usar cualquier pluralidad de embarcaciones o remolcadores.

Antes de la operación en alta mar, se habrá realizado un análisis de instalación utilizando las propiedades del objeto, los cables de conexión, las condiciones de instalación del mar y las características de movimiento de la(s) embarcación(es) de apoyo. Se pueden calcular las longitudes de cable de conexión mínimas requeridas que deban implementarse para gestionar el factor de amplificación dinámica. Nota: El uso de una amarra compuesta o la inclusión de aparejos sintéticos en el cable de soporte puede acortar efectivamente la longitud de seguridad necesaria del cable debido a su diferente rigidez axial en comparación con un cable de metal.

Las embarcaciones conectan sus cables descendentes a los extremos opuestos del objeto flotante que se instalará en el fondo marino. Cada embarcación afloja la longitud de cable requerida mientras el objeto se mantiene en la ubicación deseada. Las dos embarcaciones están alineados a lo largo de un eje común (separados 180 grados). Las instalaciones que utilizan múltiples embarcaciones pueden tener una disposición equidistante alrededor del objeto (tal como 3 embarcaciones a 120 grados o 4 embarcaciones a 90 grados entre sí). Véase la Figura 3. Todas las embarcaciones usarán su propulsión para tensar sus respectivos cables. El control del rumbo del objeto y su ubicación se ajustan mediante la maniobra de estas embarcaciones. En el momento apropiado, la flotabilidad del objeto se reduce hasta que se sumerge. El peso sumergido y deseado del objeto puede modularse con el uso de flotabilidad de alta presión clasificada para la profundidad de instalación del objeto.

Cuando el objeto se convierte en un peso negativo en el medio de los cables tensados, hay tirantez de la pluralidad de embarcaciones hacia el objeto a medida que el objeto se hunde. A una profundidad segura seleccionada, debido a la longitud calculada del cable desplegado, todo el objeto y las embarcaciones adquieren una posición de equilibrio. La tensión en los múltiples cables de soporte soporta el peso sumergido del objeto. Véase la Figura 4. Una característica importante es el ángulo inclinado de los cables de soporte en relación con la vertical. Los movimientos de la embarcación de apoyo transmitidos al objeto sumergido a través del cable son minimizados mediante:

A) el ángulo de inclinación y la catenaria de los cables de soporte;

B) la elasticidad de la longitud del cable desplegado;

5 C) la tendencia de las tensiones variables del cable que moverán el objeto horizontalmente en lugar de verticalmente debido a las mayores fuerzas verticales requeridas para generar movimiento vertical. El movimiento horizontal del objeto hacia una de las embarcaciones hace que la longitud aparente de ese cable se alargue, compensándose efectivamente la tensión creciente del cable. La variación gradual de la tensión en los diferentes cables de soporte contribuye a este efecto;

D) la unión de los cables de soporte en los extremos o lados del objeto donde las cargas de cables verticales variables causarán cierta rotación del objeto alrededor de su centro de rotación, en lugar del intento de mover verticalmente todo el objeto con sus grandes fuerzas de cable concomitantes.

10 Hasta que el objeto obtenga el equilibrio seguro con la profundidad del agua, las cargas de tensión del cable en las amarras de metal de suspensión no experimentan ninguna fluctuación de tensión significativa ni amplificación de la carga estática del cable debido a los movimientos de la embarcación de superficie de apoyo.

15 Una vez que el objeto sumergido se suspende en equilibrio, las embarcaciones de soporte coordinarían su ubicación y rumbo a medida que aflojan un cable adicional para bajar el objeto a la ubicación de instalación deseada del fondo marino.

El uso de 3 o más embarcaciones de apoyo minimiza la libertad de movimiento del objeto en el plano horizontal. El movimiento en la dimensión horizontal puede manejarse mejor con embarcaciones adicionales y/o vehículos operados remotamente (ROV, por sus siglas en inglés).

20 Este proceso de instalación es reversible si el objeto está equipado con tanques de flotabilidad que pueden ser deslastrados. Las embarcaciones elevarían mediante cable el objeto desde el fondo marino hasta un punto de equilibrio sumergido como peso muerto. Luego, puede usarse aire comprimido (o un gas) para deslastrar los tanques en el objeto con una ligera flotabilidad positiva de tal manera que el objeto flote a la superficie guiado por los cables tensados de la embarcación. Las embarcaciones mantienen tensos los cables de soporte mientras el objeto flota hacia la superficie donde está asegurado en una condición de flotación segura.

25 El proceso para bajar y/o recuperar un objeto o equipo de gran tamaño y masa del fondo marino a través de las cargas cruciales de suspensión de cable amplificadas dinámicamente cerca de la superficie se realiza de una de varias maneras.

30 Inicialmente, el objeto a bajar está flotando en la superficie marina utilizando flotabilidad integral, flotabilidad o soporte temporal desde un bote de trabajo o barcaza de lanzamiento. Una pluralidad de embarcaciones (remolcadores, embarcaciones remolcadoras o botes de trabajo) equipadas con cabrestantes y suficiente resistencia y longitud de cable se encuentran unidas al perímetro del objeto que se instalará. Cada embarcación afloja una cantidad predeterminada de cable y cada embarcación utiliza su propulsión para tensar su cable respectivo.

35 La flotabilidad del objeto, que se instalará, se elimina o bien lastrando el objeto, o eliminando cualquier flotabilidad temporal o bien lanzando el objeto desde un bote de trabajo o una barcaza. El objeto se hundirá bajo condiciones controladas a una posición de equilibrio que es el resultado del peso combinado, la flotabilidad, la longitud del cable de suspensión y la impulsión (propulsión) de la embarcación de apoyo. Durante la operación de hundimiento, el objeto será maniobrado y orientado con el rumbo y el espaciamiento de la embarcación de superficie. Finalmente, el objeto se posicionará y se asentará en el fondo marino a través de operaciones coordinadas de la embarcación.

40 Este método de bajar un paquete de equipo submarino al fondo marino cruza de manera segura la zona de resonancia de frecuencia natural del sistema de carga / cable suspendido, ya que la función de fuerzas del mar provoca movimientos de la embarcación a esta frecuencia natural. Es posible diseñar una zona con una resonancia insignificante ajustando los parámetros de diseño del sistema.

45 Una forma de lograr esto es cambiando la suspensión de múltiples cables del objeto para que la frecuencia natural al completo en este sistema esté a una profundidad de agua menos crucial, posiblemente por encima del punto de equilibrio sumergido diseñado del objeto.

Otra forma de lograr esto es ajustando la unión perimetral de los cables de suspensión al objeto, cambiando la masa aparente asociada con el cable respectivo ya que una tensión variable del cable induciría la rotación del objeto en lugar del levantamiento del objeto. Además, la mayor longitud del cable de suspensión cambia la rigidez del resorte de todo el sistema y, por lo tanto, su frecuencia natural.

50 En otra realización, esta descripción está relacionada con el descenso e instalación de una superficie extensa y objetos de una masa significativa en el fondo marino mediante una pluralidad de remolcadores, embarcaciones remolcadoras u otras embarcaciones que sean rentables. Tales objetos enormes suelen ser partes o componentes de una instalación situada en el fondo marino.

5 Cuando una superficie extensa, u objetos enormes, son sumergidos a cualquier profundidad, experimentan grandes fuerzas de arrastre que actúan de forma muy similar a una enorme ancla de mar cuando la embarcación de superficie de apoyo responde al entorno marino. Cualquier cable de soporte desde la embarcación de superficie experimentará una amplificación significativa de la carga estática debido al movimiento de la embarcación de superficie. Estas cargas de cable se corresponden a una función de la rigidez, la longitud y la cantidad del cable del movimiento vertical de la embarcación de superficie en el punto de suspensión. A no ser que se proporcione alguna compensación de movimiento, las cargas de amplificación dinámica pueden exceder la resistencia de los cables de suspensión.

10 Si los sistemas de compensación de movimiento pasivo y activo no son suficientes o rentables para "desacoplar" la carga significativa del movimiento de la(s) embarcación(es), se requerirá otro tipo de sistema de despliegue. Si el objeto enorme puede hacerse flotable positivamente (es decir, flotar), entonces se puede usar una pluralidad de catenarias muy ponderadas para acercar el objeto enorme al fondo marino. Una vez ubicadas en el fondo marino, las catenarias muy ponderadas no podrán superar por completo la flotabilidad positiva del objeto enorme durante la colocación final. Una vez que el objeto enorme está cerca de la zona objetivo, la flotabilidad positiva se puede liberar (o lastrar, inundar, etc.) para asentar el objeto enorme en el fondo marino. Múltiples catenarias muy ponderadas desplegadas desde embarcaciones a una distancia suficientemente separadas permitirán una colocación precisa de los objetos mientras se amortigua la frecuencia natural del cable de suspensión y se "desacoplan" los movimientos de la embarcación del objeto enorme durante el despliegue. La forma de catenaria muy ponderada y la relación con el objeto enorme tienen el beneficio adicional de que autorregulan la velocidad de descenso del objeto enorme durante el despliegue. Las cargas de la grúa de la embarcación se limitarán al peso de la línea descendente más la mitad del peso de las catenarias muy ponderadas, que serán manejables para las embarcaciones más rentables. Además, estas líneas de lastre de desacoplamiento de movimiento tienen el beneficio de no excitar la frecuencia natural del sistema o de tener una zona de resonancia.

25 El objeto enorme 12 que debe bajarse al fondo marino 20 debe flotar o mantenerse inicialmente en la superficie oceánica 10. Para el propósito de esta explicación, considere que este objeto enorme es una estructura 12 tipo barcaza equipada con una "carga útil" para alguna instalación o servicio submarinos. Sin embargo, el objeto flotante puede tener cualquier forma o configuración para los fines de esta descripción. Además, podría ser una estructura transportada en un bote de trabajo, una barcaza 16 de lanzamiento, o que flote con dispositivos de flotación 24 temporales; véase la Figura 5, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado.

30 A continuación, al menos otra embarcación 16 (es decir, remolcadores u otros botes de trabajo en alta mar), cada una equipada con cabrestante y suficiente cable de catenaria (es decir, cadena de anclaje) muy ponderada 22 con suficiente resistencia y longitud, conecta sus conjuntos de cables al objeto enorme que se instalará. Para el propósito de esta explicación, se usarán dos embarcaciones 16 para ilustrar la descripción, aunque es posible usar cualquier cantidad de embarcaciones o remolcadores; véase la Figura 6, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado.

35 Antes de la operación en alta mar, se habrá realizado un análisis de la instalación utilizando las propiedades del objeto enorme (es decir, su peso, flotabilidad, peso sumergido, etc.), las propiedades del cable de catenaria ponderada (es decir, su peso por metro, peso sumergido, etc.), las propiedades del cable de conexión (es decir, la longitud total desplegada, peso por metro, peso sumergido, etc.), las propiedades de flotabilidad del objeto enorme (es decir, su peso en seco, elevación sumergida, volúmenes de lastre, etc.) y las condiciones de instalación del mar.

40 Después de que las embarcaciones 16 conectan sus cables de catenaria ponderada 22 a los extremos opuestos del enorme objeto 12 flotante que se instalará en el fondo marino 20, cada embarcación afloja la longitud de cable de catenaria ponderada requerido mientras el objeto se mantiene en la ubicación deseada. Las dos embarcaciones y el objeto enorme están alineados a lo largo de un eje común (separados 180 grados). Las instalaciones que utilizan múltiples embarcaciones pueden estar dispuestas equidistantemente alrededor del objeto (tal como 3 embarcaciones a 120 grados o 4 embarcaciones a 90 grados entre sí). Una vez alineado adecuadamente, el enorme objeto flotante se lastrará debajo de la superficie 10; véase la Figura 7, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado. La flotabilidad 24 adjunta (dispositivo de flotación temporal) actuará para mantener una fuerza vertical positiva neta sobre el enorme objeto 12. Durante el despliegue de más cable de catenaria ponderada 22, la fuerza de flotación vertical del objeto enorme será superada por el peso de las catenarias; véase la Figura 8, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado. Una vez que el objeto enorme está sumergido, se suspenderá en equilibrio. La ubicación vertical del objeto enorme estará completamente regulada por la forma y ubicación de las catenarias. A causa de esto, los movimientos de la embarcación de despliegue serán desacoplados del objeto enorme por las catenarias. Las embarcaciones utilizarán una combinación de aflojamiento, rumbo y propulsión en la línea descendente, que en algunos casos pueden ser apoyadas por un ROV para administrar la velocidad de descenso y el posicionamiento del objeto enorme; véase la Figura 9, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado.

60 Una vez que el objeto enorme se ha bajado con éxito a la ubicación del objetivo, la fuerza de flotación vertical de la flotabilidad 24 adjunta puede evitar que el objeto enorme se asiente por completo en el fondo marino 20; véase la Figura 10, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado. La flotabilidad adjunta se desconectará o se deslastrará (con un ROV, por ejemplo) para completar la operación de asentamiento; véase la Figura 11, que muestra una realización que no forma parte del tema reivindicado.

Este proceso de instalación que no forma parte del tema reivindicado es reversible si el objeto está equipado con tanques de flotabilidad que se pueden deslazar y relazar. Para recuperarse, la flotabilidad puede deslazarse con aire comprimido (o un gas). La flotabilidad adjunta deslazada levantaría lentamente el objeto enorme del fondo marino. Las embarcaciones levantarían las catenarias ponderadas del fondo marino y el objeto enorme volvería a moverse a un punto de equilibrio sumergido. Las embarcaciones recuperarían los cables de catenaria ponderada y de línea descendente para llevar el objeto enorme a la superficie. Una vez cerca de la superficie, el objeto enorme podría ser deslazado aún más para remolcarlo de regreso al puerto.

El proceso para bajar y/o recuperar un objeto, o equipo de gran tamaño y masa, desde el fondo marino según este método, que no forma parte del tema reivindicado, puede llevarse a cabo mediante una serie de pasos.

Primero, el objeto a bajar está flotando inicialmente en la superficie marina utilizando una flotabilidad integral, una flotabilidad temporal o el apoyo de un bote de trabajo o barcaza de lanzamiento. Múltiples embarcaciones (remolcadores, embarcaciones remolcadoras o botes de trabajo) equipadas con cabrestantes y cables ponderados están unidos al perímetro del objeto que se instalará.

El paquete del equipo se baja (o lastra) para llevar el objeto justo debajo de la superficie, de modo que la flotabilidad adjunta mantenga la flotabilidad positiva neta. Cada embarcación afloja una cantidad predeterminada de cable ponderado para superar la flotabilidad adjunta y sumergir el objeto. De esta manera, el paquete se desplegará cerca del fondo marino gracias a que ambas embarcaciones, continúan aflojando sus cables de soporte. Finalmente, el paquete de equipo se asentará en el fondo marino al quitar o lastrar la flotabilidad adjunta del objeto.

Los paquetes submarinos grandes se pueden entender con una estructura tipo barcaza que tiene un área central que contiene varios miles de barriles para almacenamiento de productos químicos en tanques o depósitos de membrana flexibles, como los identificados en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º 13/858.024 y la solicitud de patente de EE. UU. con n.º 14/203.635. La estructura en forma de barcaza puede soportar una gran carga útil, por ejemplo 600 toneladas de productos químicos que se bajan y colocan en el fondo marino de manera controlada utilizando los métodos descritos en el presente documento. Se puede incorporar una disposición de tanques de flotabilidad en la estructura tipo barcaza, de modo que cuando el tanque de flotabilidad esté vacío (lleno de aire), toda la estructura y la carga útil puedan flotar en la superficie del agua de manera similar a una barcaza. Cuando este tanque de flotabilidad se llena de agua, el volumen de flotabilidad fijada limita el peso subacuático aparente de modo que el equipo elevador sostendría toda la estructura a medida que la carga útil transita hacia, o desde, la superficie del agua y el fondo marino.

Esta capacidad de transportar con seguridad grandes cargas útiles desde la superficie hasta el fondo marino representa un método único y útil para colocar y recuperar otras grandes cargas útiles del fondo marino. Las cargas útiles pueden ser cualquier combinación de equipos, equipos para procedimientos, fluidos y equipos de perforación/terminación, tuberías u otros equipos de construcción/desmantelamiento necesarios en el fondo marino. El despliegue puede ser temporal o semipermanente dependiendo de la carga útil y su función en el fondo marino.

En esta aplicación se describen varios aspectos y dispositivos únicos que permiten bajar y colocar estas grandes estructuras y sus cargas útiles en el fondo marino dentro de una operación viable y segura.

Según las realizaciones de la presente descripción, una estructura puede tener al menos un tanque de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad, tal como se describe en la solicitud de patente de EE. UU. con n.º 14/203.635. La Figura 12 muestra un ejemplo de un tanque de almacenamiento de líquido útil con realizaciones de la presente descripción. El tanque de almacenamiento 600 tiene un recipiente exterior rígido 610 y al menos dos recipientes interiores flexibles 620, 630. Los recipientes interiores 620, 630 pueden ser, por ejemplo, depósitos de membrana hechos de un material flexible y duradero adecuado para almacenar líquidos en un entorno submarino, tales como tejidos recubiertos con cloruro de polivinilo ("PVC"), tejidos recubiertos con acetato y etileno de vinilo ("EVA") u otros compuestos de polímeros. Los recipientes interiores incluyen un primer recipiente interior 630 que contiene agua de mar y un segundo recipiente interior 620 que contiene al menos un líquido almacenado. Dependiendo de la gravedad específica del líquido almacenado, estos pueden revertirse. Los recipientes interiores tienen una presión equilibrada de manera que a medida que el líquido almacenado se agrega o retira del segundo recipiente interior 620, un volumen correspondiente de agua de mar puede salir o entrar desde el primer recipiente interior 630. Los recipientes interiores 620, 630 pueden estar equipados con válvulas de cierre que se cierran y sellan cuando el recipiente interior asociado colapsa por completo, lo que puede proteger la integridad de los recipientes interiores al no someterlos a presiones diferenciales potencialmente excesivas. Además, aunque los volúmenes de los al menos dos recipientes interiores son variables, el volumen del recipiente exterior 610 permanece fijo. El recipiente exterior 610 puede actuar como un depósito de contención secundario o de seguridad integral que contendría cualquier fuga de los recipientes interiores, creando así un sistema de contención de barrera doble equilibrado por presión. Tal como se usa en el presente documento, un sistema de "doble barrera" se refiere a un sistema en el que tanto un recipiente interior como un recipiente exterior tienen que fallar antes de que haya una fuga o se descargue el contenido del tanque al medio marino. La supervisión de las condiciones en el espacio 640 entre las barreras dobles puede proporcionar una indicación de las reparaciones necesarias debido a un fallo en una barrera primaria (un recipiente interior).

Además, el volumen del recipiente exterior 610 permanece fijo, y los volúmenes de los al menos dos recipientes interiores 620, 630 son variables. Por ejemplo, mientras que el líquido almacenado puede agregarse o eliminarse del segundo recipiente interior 620 a través de una abertura controlada 625 (y aumentar o disminuir el volumen respectivo del segundo recipiente interior 620) y un volumen correspondiente de agua de mar puede fluir externa o internamente desde el primer recipiente interior 630 a través de una abertura controlada 635 (y disminuir o aumentar el volumen respectivo del primer recipiente interior 630), el tamaño y el volumen del recipiente exterior rígido 610 permanece fijo. Se puede disponer un fluido de barrera entre el espacio anular 640 entre el recipiente exterior 610 y los recipientes interiores 620, 630. El fluido de barrera se puede supervisar para detectar contaminación, tal como la contaminación por una fuga en uno de los recipientes interiores. Por ejemplo, el fluido de barrera puede supervisarse mediante la disposición de sensores dentro del espacio anular 640 entre el recipiente exterior 610 y los recipientes interiores 620, 630, o unas muestras de fluido de barrera pueden recogerse periódicamente y analizarse de forma periódica. Según las realizaciones de la presente descripción, un tanque de almacenamiento puede incluir al menos un sensor dispuesto en el espacio entre el recipiente exterior y los al menos dos recipientes interiores. Los sensores se pueden usar en el tanque de almacenamiento, por ejemplo, para supervisar la contaminación del fluido de barrera —como se trató anteriormente— para supervisar los volúmenes de al menos dos recipientes interiores, para supervisar las condiciones de temperatura y/o presión, o para supervisar otras condiciones del tanque de almacenamiento.

El volumen activo de fluido en cada recipiente interior puede supervisarse midiendo la ubicación relativa del recipiente interior con respecto al lado superior 612 o al lado inferior 614 del recipiente exterior 610. Tal como se usa en el presente documento, "lado superior" puede referirse al lado del componente referenciado que se orienta a la superficie del agua de mar cuando el componente se instala en el fondo marino, mientras que el "lado inferior" puede referirse al lado del componente referenciado que se orienta al fondo marino cuando el componente se instala en el fondo marino. En algunas realizaciones, la supervisión del volumen activo de cada recipiente interior se puede lograr con la supervisión de la entrada y la salida de fluidos de los respectivos recipientes interiores, lo que puede ayudar a garantizar la integridad del sistema de almacenamiento, además de proporcionar una indicación de la dosificación química realizada desde el sistema de almacenamiento.

La estructura que tiene al menos un tanque de almacenamiento y al menos un tanque de flotabilidad se puede usar para el despliegue y recuperación de la carga útil, así como también para el uso como una base de sustento en el fondo marino para el procesamiento y el equipo. Esta base de sustento puede permitir el ensamblaje previo a la implementación, las pruebas y la puesta en servicio de tales cargas útiles.

La estructura tipo barcaza puede actuar como una base de sustento estructural para el soporte y la operación de varios equipos del fondo marino u otra carga útil. Es posible que todo el paquete de equipos se pueda probar y poner en servicio en la superficie antes de su despliegue en el fondo marino. La capacidad de despliegue única incorpora una base de sustento de carga útil integrada para mejorar la fiabilidad del equipo, minimizar la construcción asentada en el fondo marino y proporcionar un método de recuperación eficaz y eficiente en caso de que el equipo funcione mal o necesite ser recuperado para reparaciones, mantenimiento o modificación.

Un aspecto del tanque de flotabilidad es limitar la carga máxima del cable de elevación a medida que toda la estructura y la carga útil transitan desde la superficie marina hacia y desde el fondo marino. Este tanque de flotabilidad puede ser de naturaleza estática o dinámica.

Según las realizaciones de la presente descripción, un método para transportar cargas útiles entre una superficie marina y un fondo marino puede incluir el uso de una estructura que tenga al menos un tanque de flotabilidad, tal como se describió anteriormente, y puede cambiar un volumen del material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad para soportar la carga útil. Por ejemplo, la estructura se puede bajar al fondo marino, en donde la compresión del volumen del material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad incluye agregar al menos una parte del material de flotabilidad al al menos un tanque de flotabilidad. En otro ejemplo, la estructura se puede levantar desde el fondo marino, en donde la expansión del volumen del material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad incluye la liberación del material de flotabilidad del al menos un tanque de flotabilidad. El material de flotabilidad puede ser, por ejemplo, al menos uno de aire, nitrógeno y esferas del material flotante que varía en tamaño desde polvo fino hasta esferas grandes. En algunas realizaciones, el cambio del volumen del material de flotabilidad puede incluir llenar el al menos un tanque de flotabilidad con materiales de flotabilidad sueltos mediante el uso de suspensión de material de flotabilidad en agua. Por ejemplo, la suspensión de material de flotabilidad en agua se puede agregar o quitar del al menos un tanque de flotabilidad con una bomba de elevación de suspensión.

En algunas realizaciones, una estructura utilizada para transportar cargas útiles entre una superficie marina y el fondo marino puede tener al menos un recipiente de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad, con un tanque de flotabilidad de fondo abierto, en donde el tanque de flotabilidad de fondo abierto tiene al menos un orificio de ventilación a lo largo de un lado del tanque de flotabilidad de fondo abierto. El volumen del material de flotabilidad dentro del al menos un tanque de flotabilidad puede cambiarse cerrando el al menos un orificio de ventilación a una profundidad cercana a la superficie.

Además, en algunas realizaciones, un método para transportar una carga útil puede incluir tirar de una estructura que tenga al menos un recipiente de almacenamiento de líquido y al menos un tanque de flotabilidad con una embarcación de apoyo de superficie.

- 5 Además, la estructura tipo barcaza puede estar equipada con tuberías y compartimentos para alojar y proteger la bomba de inyección de sustancias químicas y los componentes del medidor que dirigen los productos químicos (u otro líquido que no sea agua de mar) a través de mangueras o tubos de alta presión hacia sus puntos de inyección. En algunas realizaciones, la bomba de inyección y los componentes relacionados ubicados en la estructura tipo barcaza con el tanque de almacenamiento se pueden deslastrar, devolver a la superficie marina y transportar a la costa y, por lo tanto, se pueden mantener de forma rutinaria junto con el tanque de almacenamiento. En algunas realizaciones, la bomba de inyección y los componentes de medición pueden ubicarse por separado en una estructura tipo módulo que se mantiene independientemente.
- 10 Si bien la descripción incluye un número limitado de realizaciones, los expertos en la técnica, que se benefician de esta descripción, apreciarán que se puedan idear otras realizaciones que no se aparten del alcance de la presente descripción. En consecuencia, el alcance debe estar limitado solo por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para bajar un paquete de equipo submarino (12) al fondo marino (20), el proceso comprende:
conectar una pluralidad de embarcaciones (16) a través de cables (18) a los puntos de acceso correspondientes del paquete de equipo submarino (12);
- 5 aflojar una cantidad predeterminada de cable (18) desde la pluralidad de embarcaciones (16);
caracterizado por que el proceso comprende, además:
tensar los cables (18);
ajustar la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12) para hundir el paquete de equipo submarino (12) mientras se mantiene la tensión en los cables (18) para soportar el peso sumergido del paquete de equipo submarino (12);
- 10 controlar una posición del paquete de equipo submarino (12) aflojando cable (18) adicional a medida que el paquete de equipo submarino (12) se hunde hacia el fondo marino (20); y
asentar el paquete de equipo submarino (12) en el fondo marino (20).
2. El proceso de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de embarcaciones (16) comprende dos o más embarcaciones (16), cada una unida a un único punto de acceso del paquete de equipo submarino (12).
- 15 3. El proceso de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además remolcar el paquete de equipo submarino (12) hacia el mar a través de una o más embarcaciones (16).
4. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el ajuste de la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12) comprende uno o más de:
lastrar el paquete de equipo submarino (12);
- 20 deslastrar el paquete de equipo submarino (12);
eliminar la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12); o
lanzar el paquete de equipo submarino (12) desde una embarcación (16) de apoyo.
5. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde controlar una posición del paquete de equipo submarino (12) comprende una o más de:
- 25 ajustar una longitud del cable (18) desplegado desde una o más de la pluralidad de embarcaciones;
ajustar una posición o impulsión/propulsión de una o más de la pluralidad de embarcaciones (16);
ajustar una cantidad de lastre del paquete de equipo submarino (12);
ajustar una cantidad de línea ponderada (22) desplegada desde uno o más de la pluralidad de embarcaciones (16);
ajustar la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12).
- 30 6. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el paquete de equipo submarino (12) mantiene una flotabilidad negativa neta durante el proceso de hundimiento.
7. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el aflojamiento, el ajuste y el control están configurados para minimizar un efecto de resonancia de frecuencia natural durante el proceso de hundimiento.
- 35 8. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el aflojamiento, el ajuste y el control están configurados para minimizar la tensión en los cables (18) durante el proceso de hundimiento.
9. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además recuperar y reutilizar uno o más del cable (18), un material de flotabilidad (24) y el lastre.
10. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además recuperar el paquete de equipo submarino (12) del fondo marino (20).
- 40 11. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el paquete de equipo submarino (12) comprende uno o más de:
 - a. equipos mecánicos para procesar fluidos en el fondo marino (20);

- b. equipos mecánicos para servicios de construcción de pozos, tuberías o instalaciones;
 - c. útiles necesarios para el soporte de los equipos mecánicos anteriores;
 - d. tanques para el almacenamiento de líquidos, tales como productos químicos de producción, dispersantes, lodo, o desechos líquidos o en suspensión.
- 5 12. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, 6, 7 u 8,
- en donde la flotabilidad de ajuste del paquete de equipo submarino (12) comprende una flotabilidad decreciente del paquete de equipo submarino (12); y
- en donde controlar una posición del paquete de equipo submarino (12) comprende controlar la posición de la embarcación, el espaciado, la impulsión y la tensión del cable en el paquete de equipo submarino (12) a medida que el paquete de equipo submarino (12) se baja hacia el fondo marino (20) .
- 10 13. El proceso de la reivindicación 12, en donde la flotabilidad decreciente del paquete de equipo submarino (12) comprende uno o más de:
- lastrar el paquete de equipo submarino (12);
 - eliminar la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12); o
- 15 lanzar el paquete de equipo submarino (12) desde una embarcación (16) de apoyo.
14. El proceso de la reivindicación 12 o la reivindicación 13, en donde controlar una posición del paquete de equipo submarino (12) comprende uno o más de:
- ajustar una longitud del cable (18) desplegado desde una o más de la pluralidad de embarcaciones (16);
 - ajustar la posición o impulsión/propulsión de una o más de la pluralidad de embarcaciones (16);
- 20 aumentar una cantidad de lastre del paquete de equipo submarino (12);
- disminuir la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12).
15. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde el paquete de equipo submarino (12) se recupera mediante un proceso que comprende uno o más de:
- aflojar una cantidad predeterminada del cable (18) de la pluralidad de embarcaciones (16);
- 25 reconectar la pluralidad de embarcaciones (16) a través del cable (18) a los puntos de acceso correspondientes del paquete de equipo submarino (12);
- aumentar la tensión del cable del paquete de equipo submarino (12) para elevar el paquete de equipo submarino (12) desde el fondo marino (20);
- 30 aumentar la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12) para elevar el paquete de equipo submarino (12) a la superficie marina (10);
- enrollar el cable (18) desde la pluralidad de embarcaciones (16).
16. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en donde el paquete de equipo submarino (12) tiene una flotabilidad positiva antes de disminuir la flotabilidad del paquete de equipo submarino (12).

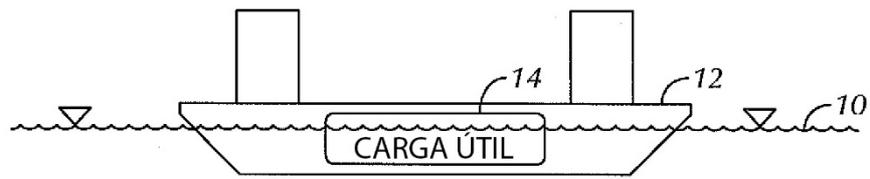


FIG. 1

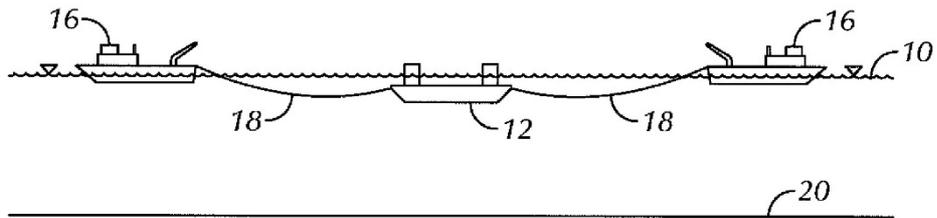


FIG. 2

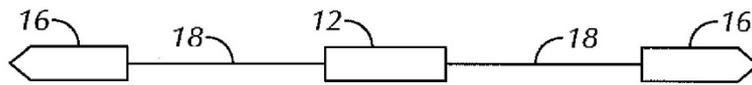


FIG. 3

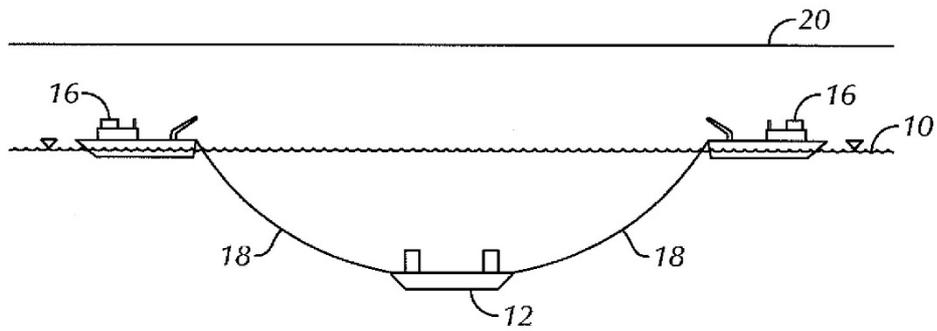


FIG. 4

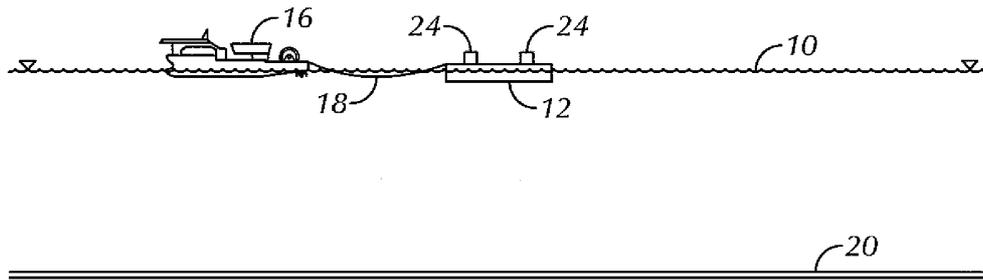


FIG. 5

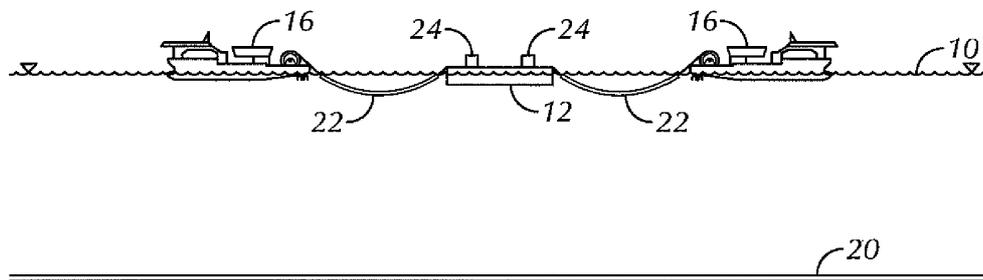


FIG. 6

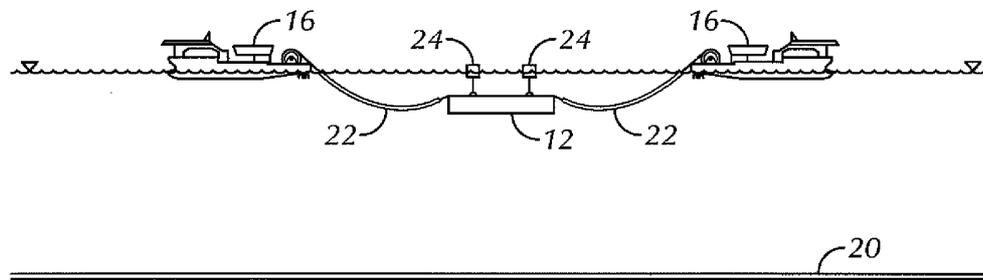


FIG. 7

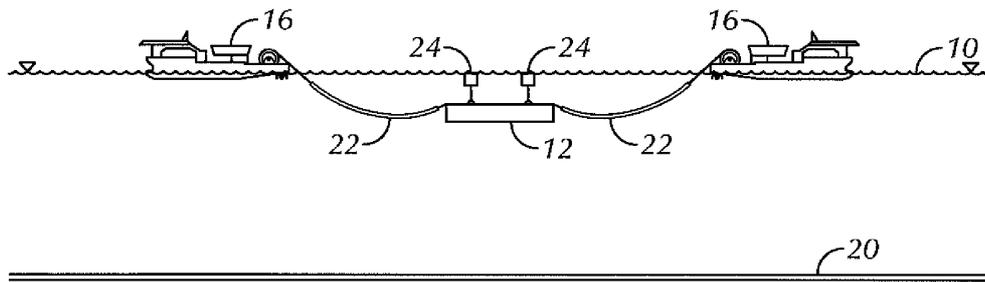


FIG. 8

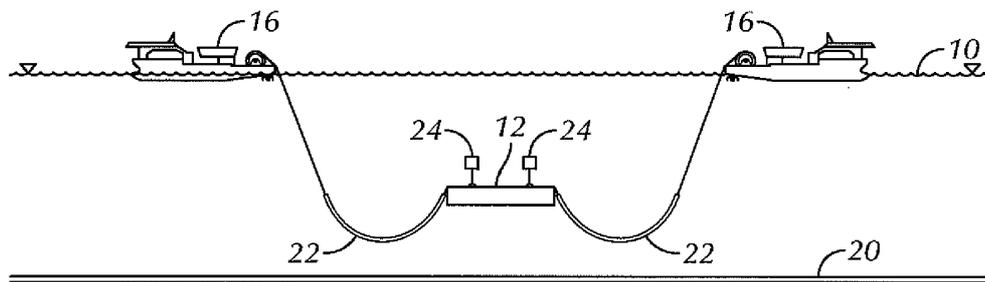


FIG. 9

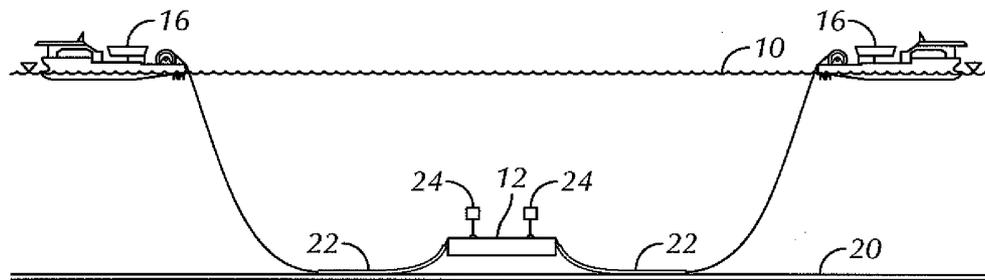


FIG. 10

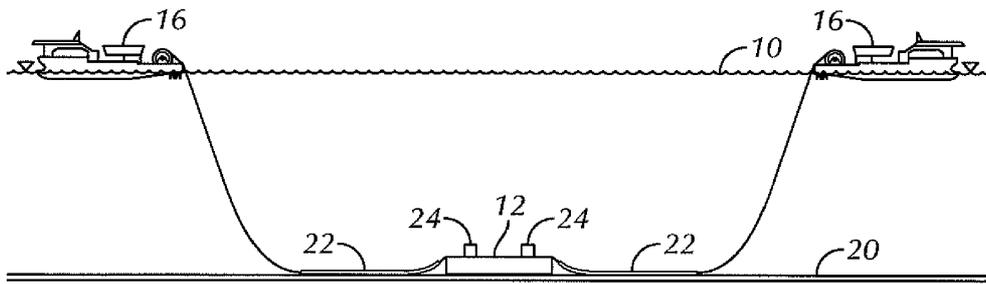


FIG. 11

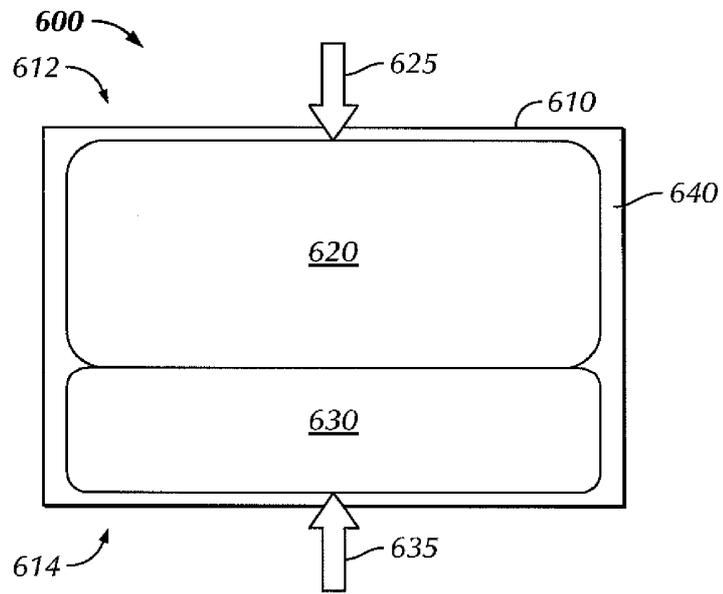


FIG. 12