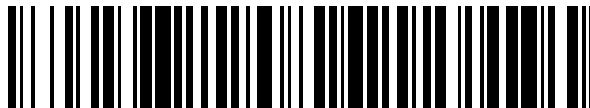


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 476**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/18** (2006.01)

**F03B 13/24** (2006.01)

**E02B 3/10** (2006.01)

**E02B 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2010** **E 18202810 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020** **EP 3460228**

54 Título: **Bomba sensible a las mareas**

30 Prioridad:

**14.08.2009 US 54153509**

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

**16.10.2020**

73 Titular/es:

**SKIDMORE OWINGS & MERRILL LLP (100.0%)**  
**14 Wall Street**  
**New York, NY 10005, US**

72 Inventor/es:

**HARTMAN, CRAIG W. y**  
**SARKISIAN, MARK P.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 787 476 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

## Bomba sensible a las mareas

- 5 La presente invención se refiere a una bomba según la reivindicación 1. Dicha bomba se puede utilizar para proteger las costas o áreas urbanas a lo largo de las vías navegables frente a los elevados niveles de agua periódicos asociados a las marejadas o a las crecidas de gran magnitud. Más en particular, la presente invención se puede utilizar en una barrera sensible a las mareas que incluye una membrana extensible de alta resistencia y plegable, anclada en un extremo inferior al fondo marino o del río y que tiene cámaras de aire en un extremo superior de la
- 10 membrana, donde las cámaras de aire pueden inflarse selectivamente para hacer que el borde de ataque de la membrana se eleve hasta la superficie del agua del mar o del río (por ejemplo, como respuesta a un cambio de marea), de modo que la membrana se estira desde el fondo marino o del río hasta la superficie del agua y hasta el borde del agua donde la membrana está anclada a pilares estructurales.
- 15 La principal amenaza de inundación en el próximo siglo no se debe necesariamente al aumento del nivel del mar en sí, sino el aumento de los extremos durante las mareas altas y las tormentas, que crean brechas en las defensas existentes contra inundaciones durante períodos relativamente breves. Con anterioridad, se han empleado diques, malecones o rompeolas permanentes para proteger las costas y ofrecer cierta protección contra dichos extremos periódicos de las mareas altas o tormentas; sin embargo, estos dispositivos suelen comprender bloques de
- 20 hormigón, espigones u otros materiales de refuerzo pesados que son estructuras permanentes que no permiten el paso de vehículos marinos, inhiben los ecosistemas marinos naturales, no permiten disfrutar plenamente de la región de la costa y son caros de construir e instalar.
- Una estructura de rompeolas de la técnica anterior que utiliza una red de malla flotante asegurada a un fondo marino para proteger la costa se describe en la publicación de los Estados Unidos n.º US 2005/0036839. Esta estructura de rompeolas de la técnica anterior emplea soportes de flotación, como cámaras de aire llenas de aire, balsas de polietileno u otros materiales para estirar la red de malla entre el fondo marino y un nivel de marea baja 36. En niveles de marea alta, la red de malla de la estructura del rompeolas está completamente sumergida en el agua y, por lo tanto, no es capaz de inhibir eficazmente los cambios periódicos extremos de la marea o marejadas que inundan la costa. Asimismo, la estructura del rompeolas divulgada de la técnica anterior se divulga como desplegada de forma permanente, lo que genera problemas similares: no se permite el paso de vehículos marinos, se inhibe la vida marina y no se puede disfrutar plenamente de la región de la costa donde se despliega la estructura del rompeolas. Una parte importante del sistema es una bomba que utiliza los cambios de marea para bombear aire. El documento FR 2509800 divulga una bomba que tiene una torre anclada al fondo del mar; una plataforma sobre la parte superior de la torre; dos conjuntos de cilindro-pistón soportados por la plataforma; un balón de flotación, que se puede deslizar verticalmente y que está dispuesto dentro de la torre; y una varilla vertical unida al balón de flotación y conectada por medio de sistemas de enganche a los conjuntos de cilindro-pistón. El documento US 2008/0012344 divulga una bomba que está elaborada para flotar en el agua. Esta depende de dos sistemas de flotación, uno está conectado al pistón y el otro está conectado al cilindro. Uno de los sistemas de flotación se acciona gracias a las olas del mar, y el otro depende del agua más calmada que se encuentra a una distancia debajo de la superficie. De este modo, se obtiene un sistema asíncrono en el que los distintos movimientos de los dos sistemas de flotación accionan el conjunto cilindro-pistón. El documento FR 337 428 A divulga una bomba según el preámbulo de la reivindicación 1.
- 35
- 40
- 45 Por lo tanto, existe la necesidad de una barrera contra las mareas que elimine los problemas mencionados anteriormente y que sea sensible a los altos niveles periódicos de agua asociados a las marejadas o a las crecidas de gran magnitud para proteger las costas o áreas urbanas a lo largo de las vías navegables de tales altos niveles periódicos de agua.
- 50 En el presente documento, se describe una barrera sensible a las mareas que es un sistema liviano y responsable con el medio ambiente diseñado para proteger las áreas urbanizadas que bordean las vías navegables interiores de los altos niveles periódicos de agua asociados a las marejadas o a las crecidas de gran magnitud. La barrera sensible a las mareas funciona según los principios orgánicos de flotabilidad y la eficiencia estructural asociada con las membranas de red extensibles. Una barrera sensible a las mareas coherente con la presente invención puede fabricarse e implementarse en una vía navegable local con un coste sustancialmente menor que los diques permanentes y las estructuras localizadas de protección contra inundaciones sin comprometer la ecología y el comercio de estas áreas de agua.
- 55
- 60 La barrera contra las mareas es sensible a los cambios en la marea. La barrera contra las mareas comprende una red que tiene una membrana extensible. La membrana extensible tiene un borde superior y un borde inferior. El borde inferior tiene una pluralidad de puntos de anclaje para fijar el borde inferior a un fondo marino debajo de una masa de agua. La barrera contra las mareas también incluye una cámara de aire fijada al borde superior y que tiene una válvula para inflar y desinflar selectivamente la cámara de aire. La cámara de aire tiene un volumen suficiente para hacer que el borde superior de la membrana se eleve hasta la superficie de la masa de agua cuando el volumen se infla con un gas. La barrera contra las mareas incluye, además, una bomba dispuesta cerca de la membrana extensible y en comunicación fluida con la válvula de la cámara de aire. La bomba tiene un controlador
- 65

para hacer de forma selectiva que la bomba infle y desinfe la cámara de aire con el gas.

5 En una implementación, la red de la barrera contra las mareas comprende, además, una pluralidad de cables interiores que se extienden entre el borde inferior y el borde superior de la membrana extensible, de modo que los cables interiores refuercen la resistencia a la tracción de la membrana extensible cuando el volumen de la cámara de aire se infle y el borde superior de la membrana se eleve de manera correspondiente hasta la superficie de la masa de agua.

10 La barrera contra las mareas también puede incluir una pluralidad de pilares, cada uno de los cuales está anclado con respecto al fondo marino y se extiende una altura predeterminada sobre la superficie de la masa de agua cuando la masa de agua esté a una profundidad predeterminada. En esta implementación, la red de la barrera contra las mareas comprende, además, un cable superior fijado y que recorre una longitud del borde superior de la membrana extensible. El cable superior tiene un extremo conectado a un pilar y otro extremo conectado a otro pilar para que, cuando el volumen de la cámara de aire se infle y el borde superior de la membrana se eleve de manera correspondiente hasta la superficie de la masa de agua, el borde superior de la membrana extensible se extiende desde un pilar hasta otro pilar en un arco definido por una corriente de la masa de agua. En esta implementación, cuando el nivel de agua de la masa de agua en un lado de la red aumenta con la corriente, el borde superior de la membrana extensible se eleva de manera correspondiente, haciendo que la membrana extensible forme un arco catenario en la dirección de la corriente, de tal manera que se impide que el aumento del nivel del agua pase más allá del lado de la red.

25 En otra implementación, la barrera contra las mareas puede comprender, además, un tanque en comunicación fluida entre la bomba y la válvula de la cámara de aire. En esta implementación, la bomba está adaptada para bombear al tanque de almacenamiento una cantidad de gas para inflar el volumen de la cámara de aire. El tanque tiene una válvula de salida, adaptada para liberar la cantidad de gas almacenada en la cámara de aire como respuesta a una entrada de datos.

30 En otra implementación, la bomba puede incluir un pistón, adaptado para comprimir el aire (como el gas) hacia el tanque cuando el pistón se acciona, y un dispositivo de flotación, dispuesto en la masa de agua donde se dispone la barrera contra las mareas. El dispositivo de flotación está conectado al pistón para que el dispositivo de flotación accione el pistón como respuesta a los cambios de marea en el nivel de la masa de agua.

35 En otra implementación, la barrera contra las mareas puede incluir un generador de flotación electromagnético para alimentar la bomba. El generador de flotación electromagnético incluye: una cámara interna, que aloja una bobina conductora que tiene un extremo conectado de forma eléctrica a la bomba; un sistema de flotación, que tiene un conjunto de flotación que flota sobre la superficie de la masa de agua; una cámara externa conectada al sistema de flotación, de modo que el sistema de flotación hace que la cámara externa fluctúe hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la acción de las olas de la masa de agua donde se dispone el generador; y un imán permanente, dispuesto sobre una pared interior de la cámara externa. La cámara externa reviste y se mueve con respecto a, al menos, una parte de la cámara interna que aloja la bobina, de modo que, al menos, una parte de la bobina se mueve de forma efectiva dentro de un campo magnético producido por el imán a medida que la cámara externa fluctúa hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la acción de las olas de la masa de agua, para así generar una corriente en la bobina para alimentar la bomba.

45 En otra implementación, la bomba se puede conectar a y ser alimentada por un generador solar o turbina eólica dispuesta en o por encima de la superficie de la masa de agua donde está dispuesta la barrera contra las mareas.

50 En otra implementación, la barrera contra las mareas puede incluir un sistema de base continua de hormigón, dispuesto a lo largo del fondo marino para anclar y sellar sustancialmente el borde inferior de la membrana extensible a lo largo del lecho del fondo marino.

55 En otra implementación, la barrera contra las mareas comprende, además, un tanque de boya de medición, configurado operativamente para flotar sobre la superficie del agua a una distancia predeterminada desde la red de la barrera contra las mareas para monitorizar los niveles de marea alta. El tanque de boya de medición incluye un sensor de subida de la marea, configurado operativamente para detectar y emitir datos de un cambio del nivel de la marea; un transmisor inalámbrico; y un controlador conectado operativamente al sensor y al transmisor inalámbrico. El controlador está programado para recibir la salida de datos del cambio del nivel de la marea desde el sensor, determinar si la salida de datos sobrepasa un umbral predeterminado y transmitir una señal de alarma, a través del transmisor inalámbrico, cuando se sobrepasa el umbral predeterminado. En esta implementación, la bomba incluye un receptor inalámbrico que está configurado operativamente para recibir la señal de alarma desde el transmisor y enviar una señal de alarma correspondiente al controlador de la bomba. Como respuesta a la recepción de la señal de alarma correspondiente, el controlador de la bomba activa la bomba para inflar la cámara de aire. La bomba también puede incluir un sistema de advertencia a embarcaciones marítimas y el controlador de la bomba activa el sistema de advertencia a embarcaciones marítimas para indicar el despliegue inminente de la barrera contra las mareas como respuesta a la recepción de la señal de alarma correspondiente desde el receptor inalámbrico.

En otra implementación, la cámara de aire es una de una pluralidad de cámaras de aire, cada una de los cuales está fijada a lo largo del borde superior de la membrana extensible. Cada cámara de aire tiene un volumen respectivo para hacer que, en conjunto, el borde superior de la membrana se eleve hasta una superficie de la masa de agua cuando el volumen de cada cámara de aire se infle con un gas. En esta implementación, la barrera contra las mareas comprende, además, un colector y un tanque de almacenamiento. El colector tiene una entrada y una pluralidad de salidas. Cada salida del colector está en comunicación fluida con una de las cámaras de aire respectivas, por ejemplo, a través de las respectivas tuberías flexibles. El tanque está en comunicación fluida (por ejemplo, a través de una tubería flexible) entre la bomba de la barrera contra las mareas y la entrada del colector. En esta implementación, la bomba está adaptada para bombear una cantidad de gas para inflar el volumen de cada cámara de aire del tanque para almacenamiento, y el tanque tiene una válvula de salida adaptada para liberar la cantidad almacenada de gas hacia las cámaras de aire, a través del colector, como respuesta a una entrada de datos.

En cada implementación, la válvula de la cámara de aire puede tener una entrada de control para controlar la apertura de la válvula, y el controlador de la bomba puede estar operativamente conectado a la entrada de control para abrir la válvula y desinflar la cámara de aire como respuesta a una señal de entrada, que refleja que ha pasado la amenaza de un cambio de marea en la masa de agua. Cuando la cámara de aire se desinfla, al menos una parte del borde superior de la membrana extensible cae para descansar sobre el fondo marino.

En los dibujos:

La figura 1A es una vista en perspectiva de una barrera contra las mareas mostrada en un estado no desplegado.

La figura 1B es otra vista en perspectiva de la barrera contra las mareas como la representada en la figura 1, donde una parte de la barrera contra las mareas de la figura 1, que comprende una membrana extensible de alta resistencia, se muestra en el estado no desplegado, descansando sobre el fondo marino de la masa de agua en la que está instalada la barrera contra las mareas;

la figura 2 es una vista lateral de la barrera contra las mareas de la figura 1, donde la barrera contra las mareas se muestra en un estado no desplegado;

la figura 3A es una vista en perspectiva de la barrera contra las mareas de la figura 1, donde la barrera contra las mareas se muestra en un estado desplegado;

la figura 3B es otra vista en perspectiva de la barrera contra las mareas como la representada en la figura 1, donde la membrana extensible de alta resistencia de la barrera contra las mareas se muestra en el estado desplegado, extendiéndose entre el fondo marino y la superficie de la masa de agua;

la figura 4 es una vista lateral de la barrera contra las mareas de la figura 1, donde la barrera contra las mareas se muestra en un estado desplegado;

la figura 5 es un diagrama de bloques funcional de la barrera contra las mareas de la figura 1, que ilustra una cámara de aire integrada en la membrana extensible, en comunicación fluida con un tanque y una bomba de la barrera contra las mareas;

la figura 6A es una vista ampliada de una parte recortada de la membrana extensible de la barrera contra las mareas mostrada en la figura 5, que ilustra una estructura de ejemplo y una composición del material de la membrana extensible;

la figura 6B es una vista en sección transversal de la parte de membrana extensible mostrada en la figura 6A;

la figura 6C representa una vista en sección transversal de una base continua de hormigón armado que se puede colocar a lo largo del fondo marino para anclar y sellar sustancialmente el borde inferior de la membrana extensible que se muestra en la figura 5 a lo largo del lecho del fondo marino;

la figura 6D es un diagrama de bloques de una realización de un sistema de cámara de aire que puede emplearse en o conectarse a la membrana extensible de la figura 5, donde el sistema de cámara de aire incluye una pluralidad de cámaras de aire conectadas a un colector que está en comunicación fluida con un tanque de almacenamiento de la barrera contra las mareas para inflar simultáneamente las cámaras de aire;

la figura 7 representa una bomba según la presente invención, que se puede emplear como bomba en la barrera contra las mareas para comprimir aire u otro gas para inflar la cámara de aire o conectarla a la membrana extensible para desplegar la barrera contra las mareas; y

la figura 8 representa un generador de flotación electromagnético, que puede emplearse como un dispositivo que

suministra electricidad a una bomba que comprime aire u otro gas, para inflar la cámara de aire o conectarla a la membrana extensible para desplegar la barrera contra las mareas.

5 La principal amenaza de inundación en el próximo siglo no se debe necesariamente al aumento del nivel del mar en sí, sino el aumento de los extremos durante las mareas altas y las tormentas, que crean brechas en las defensas existentes contra inundaciones durante períodos relativamente breves. Una barrera sensible a las mareas, coherente con la presente invención, está configurada operativamente para prevenir el pico de sucesos de marea extrema mientras se mantiene un intercambio natural de mareas entre los océanos y las vías navegables interiores.

10 Las figuras 1 y 2 representan una barrera contra las mareas 100, donde la barrera contra las mareas 100 se muestra en un estado no desplegado en el que la barrera contra las mareas descansa sobre el fondo marino 50. Las figuras 3 y 4 representan la barrera contra las mareas 100 en un estado desplegado, en el que la barrera contra las mareas 100 se activa para elevarse desde el fondo marino 50, como respuesta a la amenaza de una marejada, para funcionar como una presa temporal, evitar que el aumento del nivel de agua asociado a la marejada atraviese la barrera contra las mareas 100 y proteger la costa o las áreas urbanizadas que bordean la costa. La figura 5  
15 representa un diagrama de bloques funcional de los componentes de la barrera contra las mareas 100, utilizada para desplegar una red de barrera contra las mareas 102 con una membrana extensible 104 para proteger de un cambio de marea o marejada una respectiva costa y las estructuras que haya en la costa. Aunque las figuras 1-5 representan la barrera contra las mareas 100 como desplegada de forma selectiva para abarcar una vía navegable interior expuesta al océano y a los cambios de marea del océano, se puede instalar una barrera contra las mareas 100 coherente con la presente invención a lo largo de otras vías navegables, como a través de ríos, para proteger las costas y estructuras interiores a lo largo de las costas interiores.

25 Tal y como se muestra en las figuras 1-5, la barrera contra las mareas 100 incluye una red 102 que tiene una membrana extensible 104. La membrana extensible 104 está compuesta por un material que tiene una resistencia a la tracción igual o superior a 270 ksi (1865 MPa) para ofrecer resistencia frente las fuerzas de los cambios de marea o marejadas, como se explica con más detalle en este documento. El material de la membrana extensible puede ser caucho o plástico reciclado reforzado con cuerdas de acero, fibra de carbono, tejido recubierto con teflón de alta resistencia (por ejemplo, un tejido recubierto con resinas sintéticas que contienen flúor o politetrafluoroetileno para evitar que se peguen), tejido que incluye hilos de tereftalato de polietileno recubiertos con cloruro de polivinilo y similares. La membrana tensora está reforzada con cables de acero inoxidable o fibra de carbono de alta resistencia. Todas las membranas extensibles y los elementos de refuerzo son resistentes a la corrosión. Como se muestra en la implementación de la membrana extensible 104 representada en las figuras 6A y 6B, la membrana de red extensible 104 puede comprender una lámina sólida o hilos tejidos 402 de caucho o plástico reciclado impregnados o entretejidos con alambres de acero inoxidable 404. En esta implementación, los cables de acero inoxidable de alta resistencia 406 (que tienen un diámetro y resistencia a la tracción mayores que los alambres de acero inoxidable individuales 404) también están integrados en la lámina sólida o hilos tejidos 402 de caucho o plástico reciclado, como se muestra en la figura 6B, para reforzar aún más la membrana extensible 104. Los alambres de acero inoxidable 404 y los cables 406 pueden estar entretejidos en un patrón de rejilla dentro de la lámina o hilos 402 de material de caucho o plástico de la membrana extensible 104, como se muestra en la figura 6A, donde el patrón de rejilla extiende el ancho y la longitud (o hasta los bordes) de la membrana extensible 104.

45 La membrana extensible 104 tiene un borde superior 106 y un borde inferior 108. El borde inferior 108 tiene una pluralidad de puntos de anclaje 110A-110L para fijar el borde inferior 108 a un fondo marino 50 debajo de una masa de agua 52. Las anclas pueden incluir cimentación por pilotes, clavados en el lecho del fondo marino, anclajes a tierra de cable de alta resistencia lechados, lastres de hormigón pesado y similares. En las vistas laterales de la barrera contra las mareas mostradas en las figuras 2 y 4, se muestran una parte de la red 102 y de los anclajes 110A, 110B y 110C a través de la masa de agua 52 que, de otro modo, ocultaría estos componentes de la barrera contra las mareas 100.

50 La red 102 también puede incluir cables interiores 112 (que son adicionales o corresponden a los cables 406 integrados en la membrana extensible 104) que se extienden entre el borde inferior 108 y el borde superior 106 de la membrana extensible 104, de modo que los cables interiores 112 refuerzan la membrana extensible 104 cuando la barrera contra las mareas se despliega como se describe en este documento.

55 En una implementación alternativa mostrada en la figura 6C, la membrana extensible 104 con el borde inferior 108 puede estar anclada de forma continua al fondo marino con un sistema de base continua de hormigón armado 510. El sistema de base de hormigón armado 510 incluye una base de hormigón armado 512 que se forma en una línea continua (513 en la figura 5) a lo largo del fondo marino 50, donde la línea 513 define la posición del borde inferior de la membrana extensible 104. El sistema de base de hormigón armado 510 incluye, además, una pluralidad de juntas esféricas 514 resistentes a la corrosión integradas dentro de la base 512, donde cada receptáculo 515 de cada junta 514 define una parte respectiva de una abertura 516 en la base 512 y las aberturas forman de manera conjunta un canal o abertura continua 516 a lo largo de la longitud de la base 512. La bola 517 retenida en el receptáculo 515 de una respectiva junta 514 está fijada al extremo inferior de uno o más de los cables interiores 112 en la membrana extensible 104, de manera que el borde inferior 108 de la membrana extensible se dispone dentro del canal o abertura continua 516 en la base 512, de modo que el borde inferior 108 de la membrana extensible 104 está

sustancialmente sellado a la base 512 prohibiendo el paso del agua por debajo del borde inferior 108 de la membrana extensible 104. Las juntas esféricas 514 en cooperación con el canal o la abertura continua 516 permiten el movimiento multidireccional de los cables interiores 112 y de la membrana extensible 104. Se pueden fijar tachuelas de cizalla 518 a cada receptáculo 515 para reforzar aún más el anclaje del receptáculo 515 (y, así, de la respectiva junta esférica 514) dentro del material de hormigón que comprende la base 512. La cimentación por pilotes 519 se puede usar para soportar y anclar la base continua de hormigón armado 512 al fondo marino 50.

Como se muestra en las figuras 2, 3A, 3B, 4, 5 y 6D, la red 102 incluye, además, una cámara de aire 114 fijada al borde superior 106 de la membrana extensible 104. En la figura 1B, la barrera contra las mareas 100 está en un estado no desplegado en el que el borde superior 106 y la cámara de aire 114 desinflada no pueden verse debido a la membrana extensible 104, que descansa sobre el fondo marino 50. La cámara de aire puede estar compuesta por caucho, polietileno u otro material que se pueda inflar para albergar un volumen predeterminado de aire o gas. La cámara de aire 114 tiene una válvula (502 en las figuras 5 y 6D) para inflar y desinflar selectivamente la cámara de aire 114. La cámara de aire 114 tiene un volumen suficiente para hacer que el borde superior 106 de la membrana se eleve hasta una superficie 54 de la masa de agua 52 cuando el volumen de la cámara de aire 114 se infla con aire u otro gas.

Para desplegar la membrana extensible 104, la barrera contra las mareas 100 puede incluir una bomba 116 (como se muestra en la figura 5) dispuesta cerca de la membrana extensible 104 y en comunicación fluida con la válvula 502 de la cámara de aire 114, para que así la bomba 116 pueda inflar y desinflar la cámara de aire 114 de forma directa o indirecta a través de un tanque de almacenamiento 118. La bomba 116 puede tener un controlador 120 configurado operativamente para impulsar un pistón 122 de la bomba 116 para comprimir aire u otro gas e inflar la cámara de aire 114. La bomba también puede incluir un dispositivo de flotación 504 dispuesto en la masa de agua 52 y conectado al pistón 122, de manera que el dispositivo de flotación 504 acciona el pistón 122 como respuesta a los cambios diarios mareales en el nivel de la masa de agua 52.

Tal y como se muestra en la figura 5, un tanque de boya de medición 530 puede colocarse en el mar y anclarse para mantenerse a flote en un área predeterminada del mar para monitorizar los niveles altos de marea. El tanque de boya de medición 530 puede incluir un barómetro de subida de la marea o sensor 532, configurado operativamente para detectar y emitir datos de la subida del mar o de un cambio en el nivel de la marea. El tanque de boya de medición 530 puede incluir, además, un transmisor inalámbrico 534 y un controlador 536 conectado operativamente al sensor 532 y al transmisor inalámbrico 534. El controlador 536 se programa mediante *software* (por ejemplo, una CPU que ejecuta un programa almacenado en un dispositivo de memoria del controlador) o circuitos lógicos de *hardware* (por ejemplo, a través de un dispositivo de circuito de aplicaciones específicas (ASIC) o circuito lógico programable (PAL), disponibles comercialmente, para: 1) recibir, desde el sensor 532, la salida de datos del cambio en el nivel de la marea o elevación del mar, 2) determinar si la salida de datos sobrepasa un umbral predeterminado y 3) transmitir una señal de alarma 538, a través del transmisor inalámbrico 534, cuando se sobrepasa el umbral predeterminado. En esta implementación, la bomba 116 incluye un receptor inalámbrico 539 que está configurado operativamente para recibir la señal de alarma 538 desde el transmisor 532 y enviar una señal de alarma correspondiente al controlador de la bomba 120. Como respuesta a la recepción de la señal de alarma correspondiente, el controlador de la bomba 120 activa la bomba 116 para desplegar la barrera contra las mareas 100 y activa un sistema de advertencia a embarcaciones marítimas 540 para indicar el despliegue inminente de la barrera contra las mareas 100.

La válvula 502 de la cámara de aire 114 puede tener una entrada de control 506 para controlar la apertura de la válvula 502. El controlador de bomba 120 puede estar conectado operativamente a la entrada de control 506 para abrir la válvula 502 y desinflar la cámara de aire 114 como respuesta a una señal de entrada que refleja que ha pasado una amenaza de cambio mareal marea en la masa de agua. Cuando la cámara de aire se desinfla, al menos una parte del borde superior 106 de la membrana extensible 104 cae para descansar sobre el fondo marino 50, como se muestra en las figuras 1 y 2.

Cuando se emplea un tanque de almacenamiento 118 en la barrera contra las mareas 100, el tanque 118 se dispone de modo que el tanque 118 está en comunicación fluida entre la bomba 116 y la válvula 502 de la cámara de aire 114, como se muestra en la figura 5. En esta implementación, la bomba 116 está adaptada para bombear una cantidad de aire u otro gas que infla la cámara de aire 114 hacia el tanque 118, para así almacenarlo. El tanque tiene una válvula de salida 119 adaptada para liberar la cantidad almacenada de gas en el tanque 118 hacia la cámara de aire 114 como respuesta a una entrada de datos procedente del controlador de la bomba 120 o palanca manual (no mostrada en las figuras) para que el volumen de la cámara de aire 114 se llene más rápido que si el aire fuera bombeado por la bomba 116. Por ejemplo, un tanque 118 que almacena aire comprimido en una cantidad para llenar la cámara de aire 114 hasta su volumen máximo puede tener una válvula 119 que, cuando se abre, libera todo el aire comprimido del tanque para llenar la cámara de aire 114 casi instantáneamente y el borde superior 106 de la membrana extensible 104 sube rápidamente después hasta la superficie 54 de la masa de agua 52 (por ejemplo, en menos de diez minutos). Por lo tanto, una barrera contra las mareas 100 coherente con la presente invención está adaptada para desplegarse rápidamente como respuesta a una amenaza de cambio de marea o aumento de la masa de agua 52.

En una implementación, la cámara de aire 114 está integrada en y a lo largo del borde superior de la membrana extensible 104. En esta implementación, como se muestra en la figura 5, la membrana extensible 104 define un conducto de gas o tubería flexible 508 entre la válvula 502 de la cámara de aire 114 y el tanque 118 o la bomba 116 utilizados para inflar y desinflar la cámara de aire 114.

5 Como se muestra en las figuras, la cámara de aire 114 puede ser una de una pluralidad de cámaras de aire 114, cada una de las cuales está fijada a lo largo del borde superior 106 de la membrana extensible 104. Cada una de las cámaras de aire 114 puede tener una respectiva válvula 502 conectada en serie a través del conducto 508 o tubería flexible hasta la bomba 116 o el tanque 118. Cada cámara de aire 114 tiene un volumen respectivo para hacer que, de forma conjunta, el borde superior 106 de la membrana extensible 104 se eleve hasta una superficie 54 de la masa de agua 52 cuando el volumen de cada cámara de aire 114 se infle con aire u otro gas a través de la bomba 116 y/o el tanque 118. En esta implementación, el controlador de bomba 120 está configurado operativamente para hacer que el pistón de bomba 122 infle y desinfe cada cámara de aire 114 con aire u otro gas.

15 En una implementación alternativa, como se muestra en la figura 6D, la válvula 502 de cada cámara de aire 114 puede estar conectada en comunicación fluida paralela con la bomba 116 y/o el tanque 118 a través de un conducto o tubería flexible 508 distinto. En esta implementación, cada una de las cámaras de aire 114 se puede inflar y desinflar más rápido que cuando se conecta en serie a la bomba 116 y/o el tanque 118. En la implementación mostrada en la figura 6D, se emplea un colector 550 en la barrera contra las mareas 100 para aumentar la velocidad de despliegue de la membrana extensible 104 de la barrera contra las mareas 100 mediante el despliegue eficiente de aire u otro gas hacia las cámaras de aire 114 individuales que, colectivamente, comprenden un sistema de cámara de aire 552. El colector 550 se conecta al tanque de almacenamiento 118 con una única tubería flexible 508, llevándose a cabo la distribución de aire u otro gas directamente hacia las cámaras de aire 114 por medio de una tubería flexible individual 508a-508c conectada a cada cámara de aire 114. En esta implementación, el aire u otro gas almacenado en el tanque de almacenamiento 118 se puede distribuir de manera simultánea y efectiva hacia las cámaras de aire 114 a través del colector 550, para así inflar las cámaras de aire 114 y, posteriormente, desplegar la membrana extensible 104.

30 La bomba 116 puede conectarse de forma eléctrica a y ser alimentada por fuentes de energía renovable, como un generador solar 520, una turbina eólica 522 y otros. Dichas fuentes de energía renovable pueden disponerse en o por encima de la superficie de la masa de agua donde está dispuesta la barrera contra las mareas.

La figura 7 representa un accionador de pistón neumático 602 de ejemplo que se puede emplear como la bomba 116 en la barrera contra las mareas 100 para comprimir aire u otro gas e inflar la cámara de aire 114 o conectarla a la membrana extensible 104 para desplegar la barrera contra las mareas. El accionador 602 está compuesto por un pistón neumático 604 conectado a un sistema de flotación 606 que fluctúa hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la acción de las olas en la masa de agua 52 donde está dispuesto el accionador 602. El sistema de flotación 606 incluye un conjunto de flotación 618 que flota sobre la superficie del agua 52, y una estructura de acero resistente a la corrosión 614 que conecta directamente el conjunto de flotación permanente 618 con el pistón neumático 604 utilizado para comprimir el aire u otro gas. Se emplea un cilindro de acero estacionario resistente a la corrosión 610 en el accionador 602 para alojar la cabeza 605 del pistón 604 y contener el aire comprimido u otro gas en el interior 611 del cilindro, que se produce por el accionamiento del pistón 604 a través del conjunto de flotación 618. El cilindro 610 está anclado al fondo marino a través de un sistema de cimientos permanente 612, que puede comprender pilotes de cimentación o similares. Un valor 616 conecta el interior 611 del cilindro 610 a una tubería 608 que se conecta al tanque de almacenamiento 118 empleado en la barrera contra las mareas 100 para dispensar el aire comprimido o el gas hacia la cámara de aire 114, como se describe adicionalmente en este documento. Tal y como se muestra en la figura 7, el conjunto de flotación 618 puede rodear o estar dispuesto en un lado del cilindro 610 y conectarse a un vástago 620 del pistón 604 que se extiende desde un extremo del cilindro 610. En esta implementación, cuando se produce la acción de las olas en la masa de agua 52, el conjunto de flotación 618 acciona el pistón 604 dentro del cilindro 610 para comprimir aire u otro gas (que puede introducirse en el cilindro desde la atmósfera circundante por medio de una entrada en el cilindro, a través de la cual se extiende el vástago), de modo que el aire o gas comprimido se descarga a través de la válvula 616 y la tubería 608 hasta el tanque de almacenamiento 118.

55 La figura 8 representa un generador de flotación electromagnético 800 que se puede utilizar para enviar alimentación a la bomba 116 de la barrera contra las mareas 100 y comprimir el aire u otro gas para inflar la cámara de aire 114 que está dentro de o conectada a la membrana extensible 104. Aunque el generador de flotación electromagnético 800 se describe como que produce la alimentación para la bomba 116, el generador 800 puede emplearse para proporcionar alimentación a otros componentes eléctricos de la barrera contra las mareas 100 u otro dispositivo. El generador de flotación electromagnético 800 incluye una cámara interna 802 compuesta por un material resistente a la corrosión (como el acero inoxidable) y aloja una bobina conductora 803 compuesta por un metal o una aleación metálica (como el cobre o el acero). Un cable o alambre 804 conecta eléctricamente la bobina 803 con la fuente de alimentación o entrada de la bomba 116 (no se muestra en la figura 8).

65 Un extremo 805 de la cámara interna 802 está anclado al fondo marino 50, a través de un pilar de hormigón o fijación, a una estructura de alojamiento del generador 800, como se explica con más detalle en este documento.

El generador de flotación electromagnético 800 incluye, además, un sistema de flotación 806 y una cámara externa 808 que está conectada al sistema de flotación 806, de tal manera que el sistema de flotación 806 hace que la cámara externa 808 fluctúe hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la acción de las olas en la masa de agua. 52 donde está dispuesto el generador 800. La cámara externa 808 está compuesta por acero u otro material resistente a la corrosión. El sistema de flotación 806 incluye un conjunto de flotación 810 que flota en la superficie 54 del agua 52, y una estructura 812 compuesta por un material resistente a la corrosión que conecta directamente el conjunto de flotación 810 a la cámara externa 808. El conjunto de flotación 810 puede rodear o estar dispuesto en un lado de la cámara externa 808.

Tal y como se muestra en la figura 8, uno o más imanes permanentes 814 están dispuestos sobre una o más paredes interiores 816 de la cámara externa 808. La cámara externa 808 encierra o alberga y se mueve con respecto a, al menos, una parte de la cámara interna 802 que aloja la bobina 803, de modo que los imanes 814 están posicionados cíclicamente con respecto a la bobina 803. Aunque la bobina 803 es realmente estacionaria, ya que la cámara interna 802 está anclada al fondo marino, al menos una parte de la bobina 803 se mueve eficazmente dentro o fuera de un campo magnético producido por los imanes 814 a medida que la cámara externa 808 (y, por lo tanto, el campo magnético) fluctúa hacia arriba y hacia abajo como respuesta a la acción de las olas en la masa de agua 52.

El movimiento de la bobina 803 en el interior o dentro y fuera del campo magnético genera una corriente eléctrica C/A correspondiente en la bobina 803 que sale del cable 804 para proporcionar electricidad que alimente la bomba. Aunque el cable 804 se muestra en la figura 8 como conectado a un extremo de la bobina 804, un alambre del cable 804 puede estar conectado a un extremo de la bobina 804 y otro alambre del cable 804 puede estar conectado al otro extremo de la bobina 804, de modo que ambos alambres del cable 804 conectados a los extremos de la bobina 804 pueden conectarse eléctricamente a la fuente de alimentación o a las entradas de alimentación de la bomba 116 para completar un circuito de alimentación de C/A.

En una implementación, el generador de flotación electromagnético 800 incluye una cubierta 818 compuesta por acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión. La cubierta 818 alberga la cámara interna 802, la cámara externa 808 y el sistema de flotación 806. Un extremo 820 de la cubierta 818 está anclado al fondo marino 50 a través de un sistema de cimientos permanente 822 compuesto por una carcasa de acero 824 integrada en el fondo marino 50 con hormigón 826, que llena la carcasa 824, para anclar aún más la carcasa 824 y, por lo tanto, el generador 800 en el fondo marino 50. En esta implementación, dicho extremo 805 de la cámara interna 802 está fijado a la cubierta 818 o a la carcasa 822. La cubierta 818 está perforada con una o más aberturas 828, permitiendo que el agua fluya hacia la cubierta, de modo que la elevación del agua 50 dentro de la cubierta cambie con la acción de las olas, produciendo el movimiento hacia arriba y hacia abajo del sistema de flotación 806 y de la cámara externa 808 con los imanes 814 a lo largo de un eje central 830 de la cámara interna 802, como hace referencia la flecha de dirección 832 de la figura 8. La cubierta 818 puede incorporar o ser parte de los anclajes de extremo de los pilares 124A y 124B más grandes de la barrera contra las mareas 100. Se pueden emplear múltiples generadores de flotación electromagnéticos 800 y carcassas de cimientos de acero 822 en cada pilar 124A y 124B. Cada cubierta 818 y carcasa de cimientos 822 utilizada para anclar la cubierta 818 están construidas con acero u otro material de alta resistencia con el espesor suficiente para que el generador de flotación electromagnético 800 esté adaptado para resistir la acción y fuerzas laterales de las olas debido a la colocación del generador 800 en zonas de aguas poco profundas 52.

Volviendo a las figuras 1-5, la barrera contra las mareas 100 también puede incluir una pluralidad de pilares 124A-124B anclados, cada uno, con respecto al fondo marino 50 y que se extienden una altura predeterminada (h) por encima de la superficie 54 de la masa de agua 52 cuando la masa de agua está a una profundidad predeterminada (d), como se refleja en la figura 2. Por ejemplo, la altura predeterminada (d) puede obtenerse en función de la profundidad promedio histórica de la masa de agua 52 y la altura predeterminada (h) puede obtenerse en función del aumento promedio en la profundidad de la masa de agua 52 que depende de las marejadas o cambios en la marea o previos o previstos.

En la implementación mostrada en las figuras 1-5, se emplean dos pilares 124A y 124B y se disponen sobre lados opuestos de la masa de agua 52 cerca del borde del agua o la costa. En esta implementación, la red 102 incluye un cable superior 126 fijado y que discurre a lo largo del borde superior 106 de la membrana extensible 104, como se muestra mejor en las figuras 3-4. El cable superior 126 tiene un extremo 128 conectado o anclado a un pilar 124A y otro extremo 130 conectado o anclado al otro pilar 125B de modo que, cuando el volumen de la cámara de aire 114 (o cámaras de aire) se infla y el borde superior de la membrana 104 se eleva de manera correspondiente hasta la superficie 54 de la masa de agua 52, el borde superior 106 de la membrana extensible 104 se extiende desde un pilar 124A hasta otro pilar 124B en un arco definido por una corriente de la masa de agua 52 (por ejemplo, asociado con un cambio en la marea o marejada) como se muestra en las figuras 3 y 4. Cuando la barrera contra las mareas se despliega como se describe en el presente documento y el nivel de agua de la masa de agua en un lado 132 de la red 102 aumenta con la corriente de marea, como se muestra en las figuras 3-4, el borde superior 106 de la membrana extensible 104 se eleva de manera correspondiente, haciendo que la membrana extensible forme un arco catenario en la dirección de la corriente de marea (reflejada por la flecha de referencia 136 de la figura 4), de tal



5 manera que se impide que el aumento del nivel del agua atraviese un lado 132 de la red y pase al otro lado 134. En el caso de que el cambio de marea o la marejada provoque un aumento en la profundidad del nivel del agua (d) más allá de la altura predeterminada (h) de los pilares 124A y 124B, produciendo un pico, la membrana extensible desplegada 104 de la barrera contra las mareas 100 seguirá "recortando" el pico que va hacia la vía navegable interior del otro lado 134 de la red 102.

10 Las fuerzas principales sobre la membrana extensible 104 se producen por el arrastre durante el despliegue de la red 102 y la membrana extensible 104, así como por el desequilibrio hidrostático debido al nivel diferencial del agua (como se muestra mejor en la figura 4) entre el lado 132 de la red 102 desde el que se recibe el cambio de marea o marejada (por ejemplo, el lado del océano) y el otro lado 134 asociado a la masa de agua de la vía navegable interior, cuyas costas protege la barrera contra las mareas 100 frente al cambio de marea o marejada. El arco catenario resultante (véanse las figuras 3-5) es una respuesta directa a estas fuerzas aplicadas. La curvatura de la red 102 y la membrana extensible 104 se obtiene de la profundidad de entrada (d) de la vía navegable interior en el momento en que se recibe el cambio de marea o marejada en la red 102 y la ubicación de los pilares 124A y 124B.

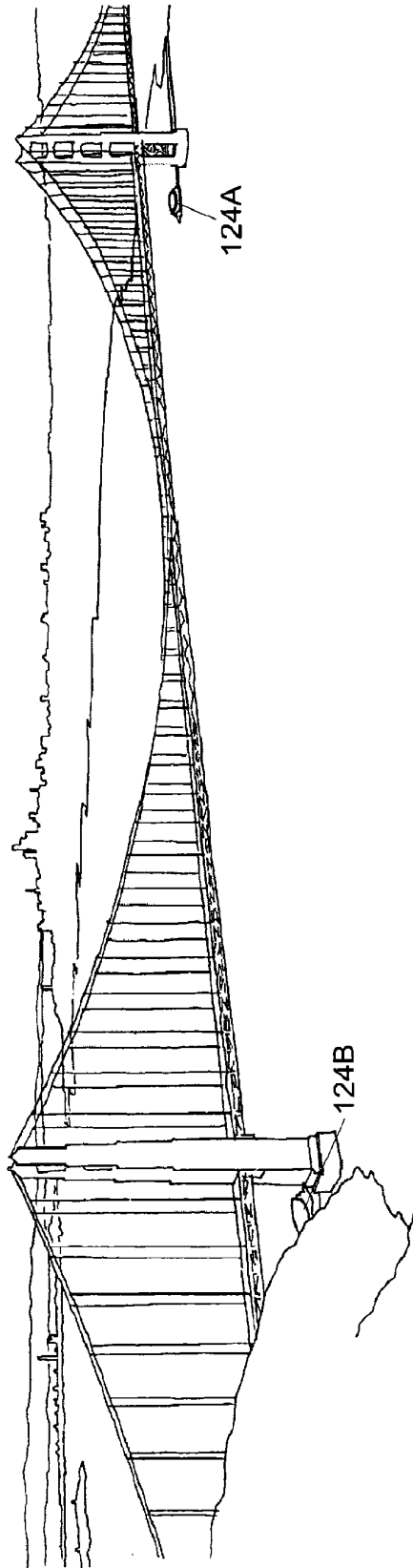
15 Puede ser necesario dragar para lograr la cobertura óptima de la red 102 y la membrana extensible 104 para que resistan al cambio de marea o marejada, que produce una resistencia máxima a la carga con los materiales estructurales mínimos requeridos para la red 102 y la membrana extensible 104.

20 Por consiguiente, cuando los sensores (no mostrados en las figuras) indican la aproximación de una marejada de nivel grave, la barrera contra las mareas 100 puede desplegarse para que se inflen una o más cámaras de aire 114 (a través de la bomba 116 o el tanque 118), el borde superior 106 de la membrana extensible 104 se eleva posteriormente hasta la superficie 54 de la masa de agua 52, y la membrana extensible 104 se estira en un arco catenario desde el borde del agua (por ejemplo, entre los pilares 124A y 14B) hasta el fondo marino 52. Cuando el cambio de marea o la marejada se ha calmado y la barrera contra las mareas 100 ya no es necesaria, la cámara de

25 aire 114 se desinfla (por ejemplo, a través del controlador de bomba 120) y la membrana extensible 104 (o al menos una parte intermedia de esta) se hunde y descansa sobre el fondo marino 50.

**REIVINDICACIONES**

1. Una bomba (116) dispuesta en una masa de agua susceptible a los cambios de marea, comprendiendo la bomba:
- 5 un sistema de flotación, que comprende un conjunto de flotación (618) que flota sobre el agua;  
un conjunto de pistón, que comprende una cabeza (605) y un vástago (620) con un extremo superior y un  
extremo inferior, estando fijado el extremo inferior del vástago (620) a la cabeza (605);  
un cilindro (610) con un extremo inferior anclado directamente al fondo marino, teniendo el cilindro (610) un  
extremo superior cerrado con una abertura, a través de la cual se extiende el vástago, alojando el cilindro (610)  
10 la cabeza (605) del conjunto de pistón dentro del cilindro (610); y  
una válvula (616) en comunicación fluida con el extremo inferior del cilindro (610),  
en donde,  
el conjunto de flotación (618) y el conjunto de pistón actúan en respuesta a los cambios en el nivel de la masa de  
15 agua para comprimir el aire en el cilindro (610), y el aire comprimido se dispensa a través de la válvula (616),  
**caracterizada por que** el conjunto de flotación comprende, además, una estructura (614) soportada sobre el  
conjunto de flotación (618), estando fijado el extremo superior del vástago (620) a la estructura (64), y **por que** el  
conjunto de flotación (618) rodea el cilindro (610).
- 20 2. La bomba (116) de la reivindicación 1, en donde el cilindro (610) está anclado directamente al fondo marino  
utilizando un sistema de cimientos permanente (612).
3. La bomba (116) de la reivindicación 1, en donde la estructura (614) está hecha de un acero resistente a la  
corrosión.
- 25 4. La bomba (116) de la reivindicación 1, en donde el extremo superior del vástago (620) está conectado al extremo  
superior de la estructura (614).



*Fig. 1A*

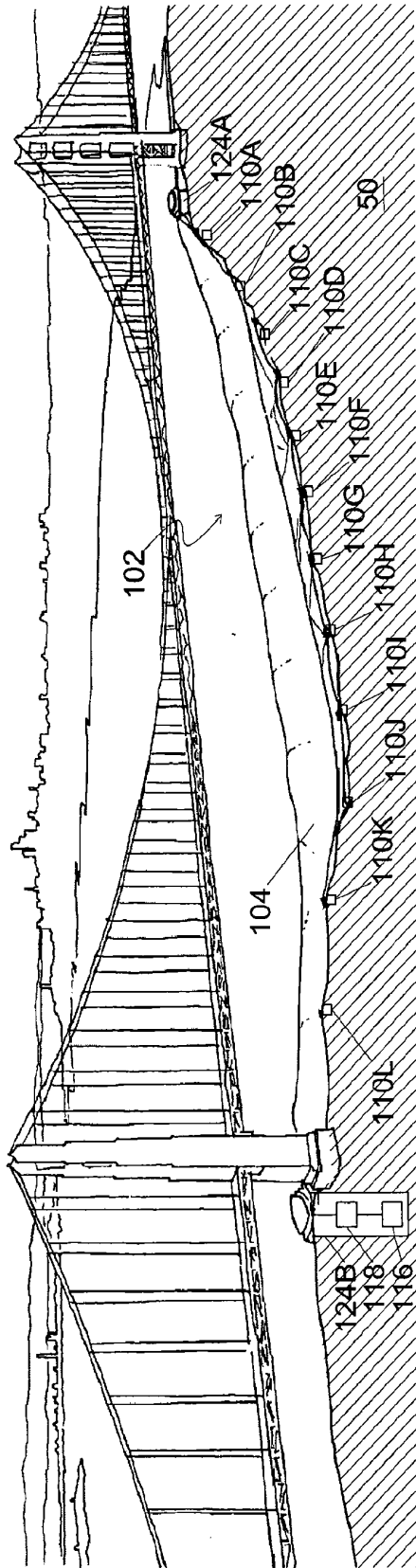
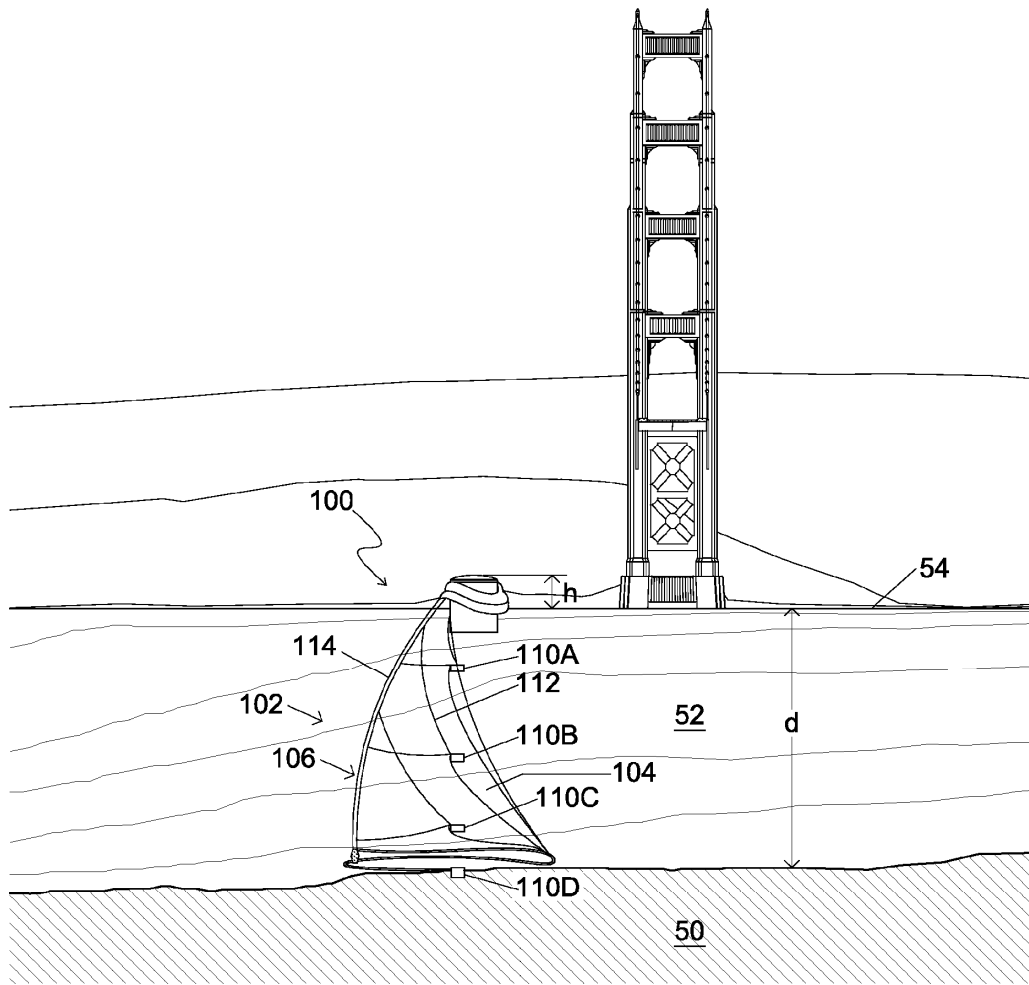


Fig. 1B



*Fig. 2*

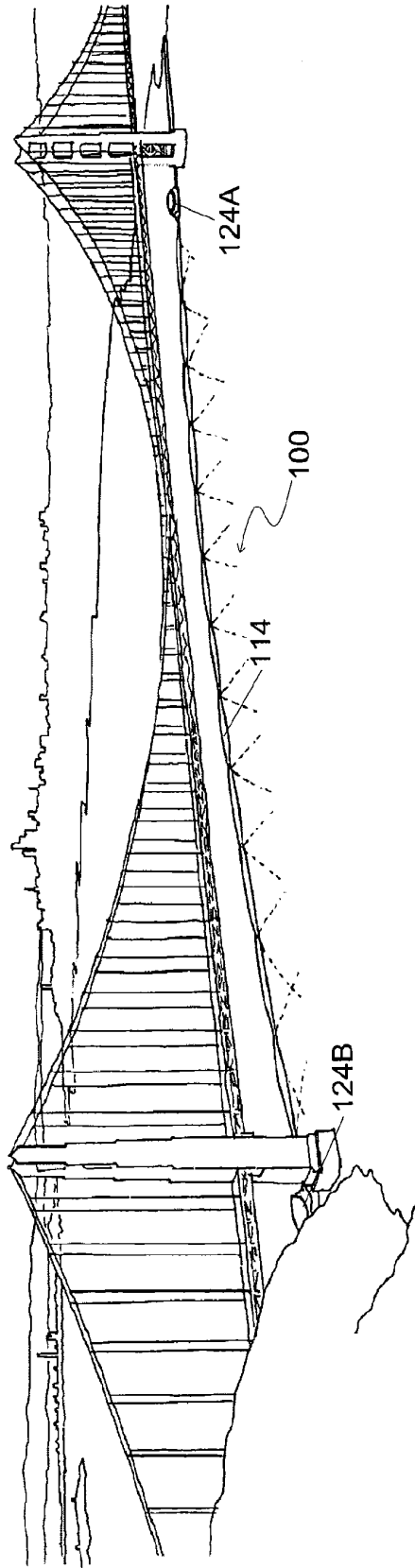


Fig. 3A

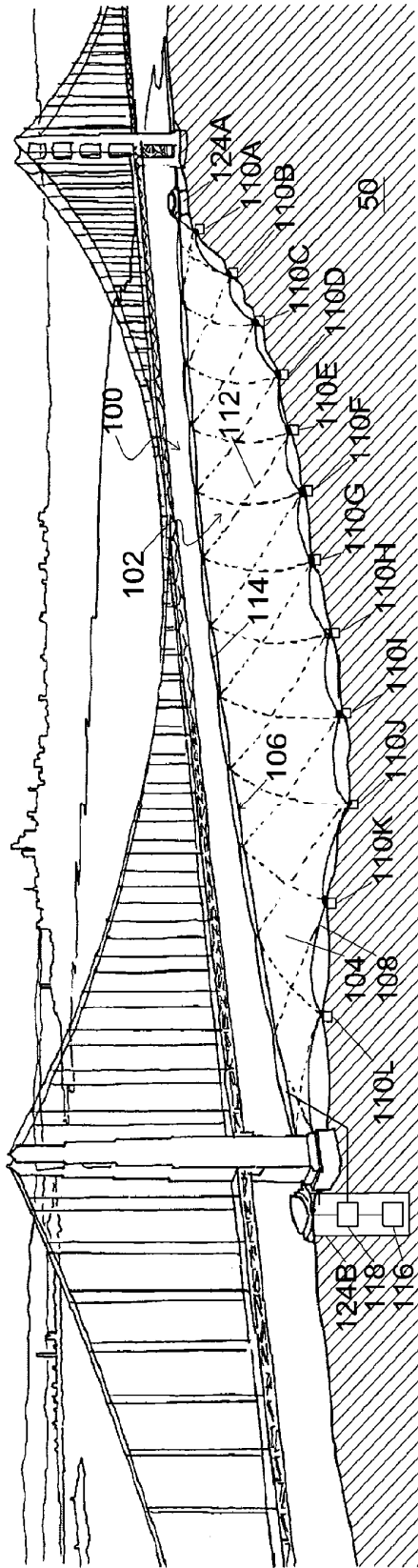
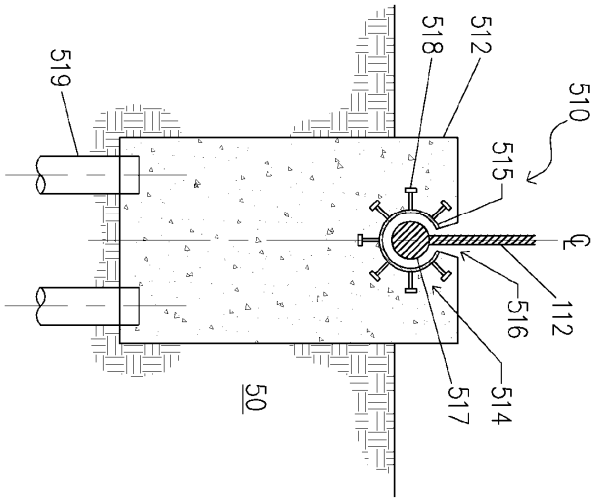


Fig. 3B

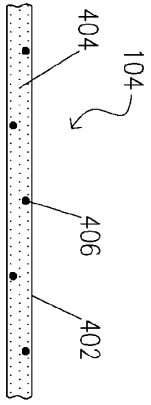




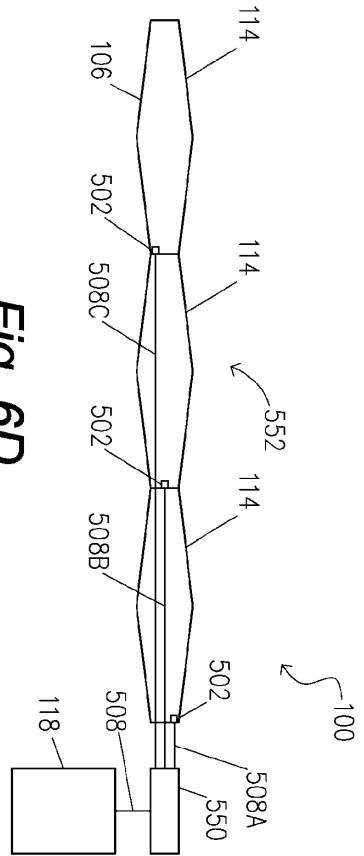




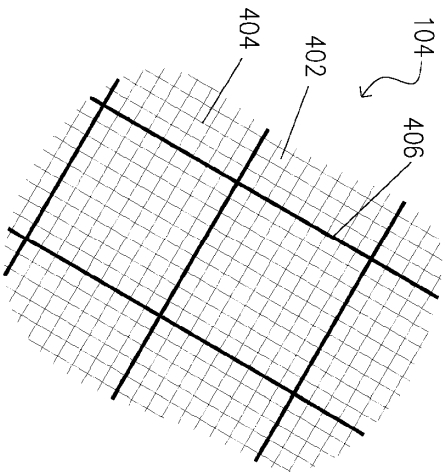
**Fig. 6C**



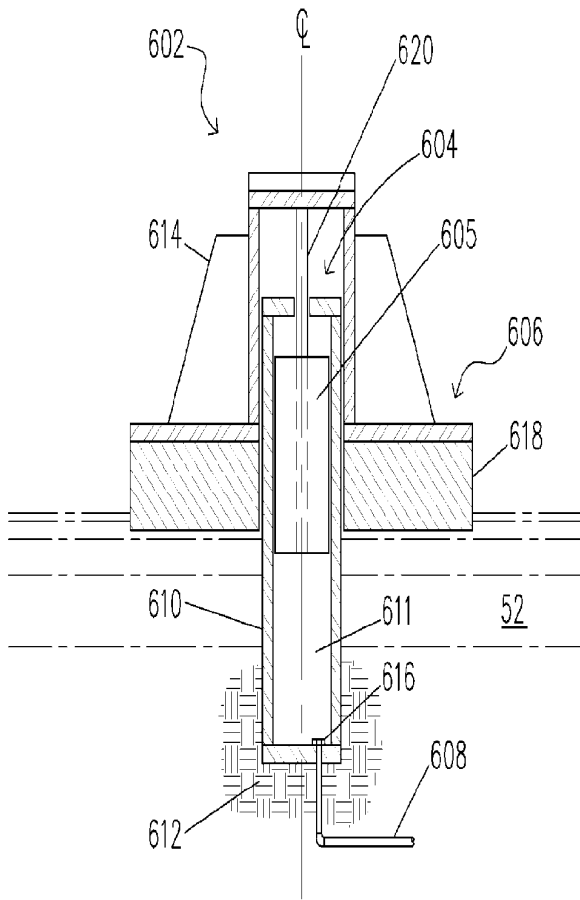
**Fig. 6B**



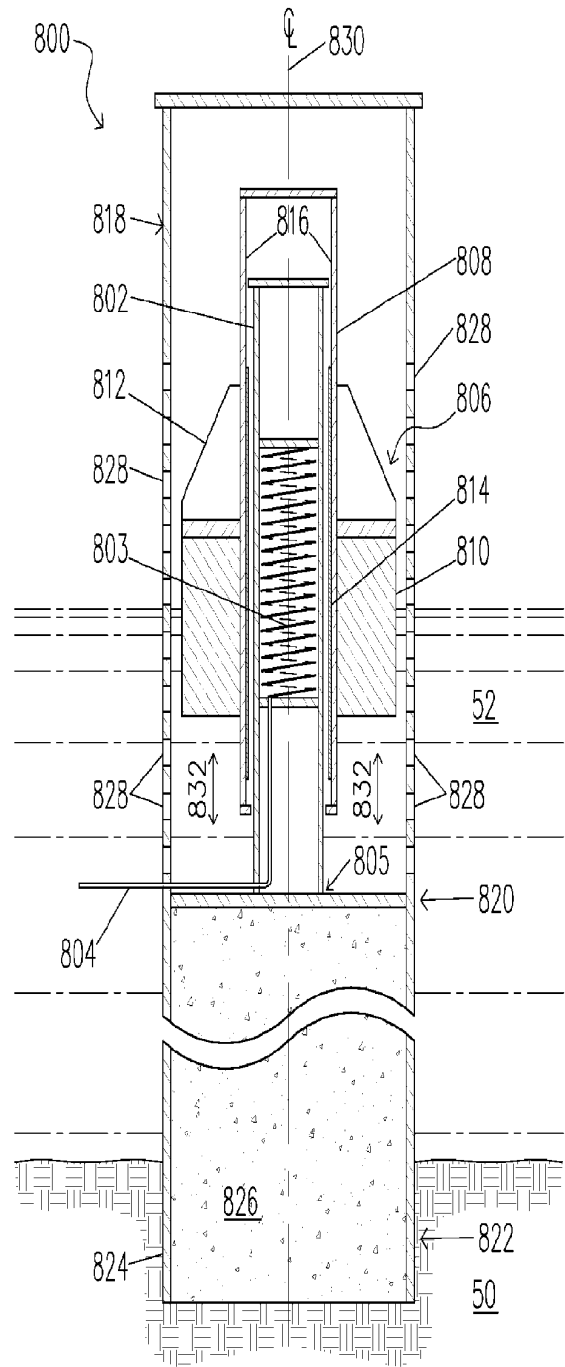
**Fig. 6D**



**Fig. 6A**



**Fig. 7**



**Fig. 8**