

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 297**

51 Int. Cl.:

F03B 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2007 E 07730008 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2064441**

54 Título: **Aparato para la conversión de energía de flujos de olas o de corrientes utilizando tubos que funcionan como bombas Venturi**

30 Prioridad:

03.08.2006 GB 0615403
23.11.2006 GB 0623368

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2016

73 Titular/es:

VERDERG LIMITED (100.0%)
6 Old London Road
Kingston upon Thames, Surrey KT2 6QF , GB

72 Inventor/es:

ROBERTS, PETER

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 557 297 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

Aparato para la conversión de energía de flujos de olas o de corrientes utilizando tubos que funcionan como bombas Venturi

5 Sector técnico

Esta invención se refiere a sistemas para convertir energía de olas, mareas o corrientes de una masa de agua en una forma de energía más útil. En particular, la invención da a conocer un aparato para generar electricidad utilizando flujos tales como olas, mareas o corrientes en una masa de agua.

Técnica anterior

15 Ha habido muchas propuestas para convertir flujos de olas o de mareas en electricidad, como un enfoque no contaminante para la generación de energía.

Los sistemas anteriores para extraer energía de las olas utilizaban el movimiento vertical de la superficie del agua provocado por la diferencia de fase entre las trayectorias elípticas de las partículas de agua lo largo de una longitud de onda. Habitualmente, los dispositivos anteriores implicaban alguna clase de flotador acoplado a una disposición mecánica o a alguna clase de cuerpo con aire atrapado, sobre la superficie de la ola para convertir el movimiento vertical periódico de la superficie de la ola en alguna clase de movimiento útil para la generación de electricidad (normalmente giratorio). Dichos sistemas son a menudo complicados mecánicamente y para funcionar de manera eficaz están ajustados para resonar a una frecuencia a la que se considera que la densidad de energía del espectro de las olas del medio es máxima. El rendimiento puede caer drásticamente si la frecuencia de las olas difiere de esta frecuencia resonante de diseño. Dichos sistemas son inútiles si sólo hay flujo lateral (corriente o marea) sin ninguna componente de oscilación vertical de las olas.

Se han propuesto sistemas para extraer energía en flujos laterales. Dichos sistemas han involucrado la utilización de una paleta que puede ser utilizada para oscilar con el flujo, donde un sistema de transmisión mecánica convierte esta oscilación en un movimiento giratorio. Estos sistemas presentan problemas similares a los sistemas impulsados por las olas: complejidad mecánica, comportamiento afinado, imposibilidad de extraer energía de otros tipos de movimiento, etc. Otros sistemas presentan una gran hélice sumergida con un generador de energía en la cabeza del rotor, análogo a un aerogenerador pero con flujos de agua en lugar de aire. Para que el disco de barrido aumente su exposición a la máxima energía de la corriente incidente, las palas tienen que ser muy largas, lo que a su vez requiere diseños y materiales sofisticados que recojan las tensiones en el pie de las palas. Los diques para marea situados mar adentro buscan concentrar la energía incidente de una gran sección transversal de flujo de agua, atrapando el flujo tras una pared de contención y canalizándolo a través de turbinas de un área en sección transversal mucho menor, tal como en una presa convencional. Dichos diques, habitualmente a través de un estuario sometido a mareas, son muy costosos e invasivos ambientalmente.

Un problema común para todos estos sistemas de olas o de flujos consiste en tratar de abarcar, a escala industrial, una sección transversal del océano suficientemente grande para la generación de energía. Además, los efectos de límite o de borde pueden facilitar que el flujo rodee cualquier estructura situada en el flujo para extraer energía del mismo, en lugar de atravesar el sistema de extracción de energía. Este problema se puede reducir realizando una instalación muy grande pero esto puede conducir, a su vez, a una complejidad y un coste mayores, y puede llevar a rebasar los límites de la capacidad de diseño actual.

Esta invención pretende superar algunos de los inconvenientes explicados anteriormente. En particular, la invención pretende dar a conocer un sistema que es intrínsecamente muy grande y no muy susceptible a variaciones en la dirección, la intensidad y la frecuencia del flujo. La invención pretende asimismo dar a conocer un sistema que pueda extraer energía de las olas pero que sea relativamente simple en términos mecánicos y que pueda ser construido, instalado y mantenido mediante equipos existentes.

Descripción de la invención

55 Esta invención da a conocer un aparato para generar electricidad utilizando flujo de mareas, de olas o de corrientes en una masa de agua, que comprende:

- 60 - una disposición de primeros y segundos tubos, estando dotado cada primer tubo de una serie de orificios separados a lo largo de su longitud, y estando dispuestos los primeros tubos en relación con los segundos tubos de tal modo que se define un Venturi entre las paredes de los primeros y segundos tubos adyacentes, cerca de los orificios;
- un conducto de flujo que tiene una entrada y una salida;
- 65 - un rotor situado en el conducto de flujo; y
- un generador conectado al rotor;

- 5 en el que el agua de dicha masa puede entrar en el conducto de flujo a través de la entrada, y los primeros tubos están conectados a la salida del conducto de flujo de tal modo que el flujo de agua más allá de la disposición de los primeros y los segundos tubos hace que los primeros tubos actúen como bombas Venturi que provocan un flujo desde el interior de los primeros tubos a través de los orificios, para aspirar agua a través del conducto de flujo y accionar el rotor.
- La invención aborda los problemas explicados anteriormente mediante la utilización del flujo para accionar un sistema de bomba Venturi que, a su vez, aspira agua a través de un rotor.
- 10 La serie de orificios comprende preferentemente una fila de orificios que se extienden axialmente a lo largo del lado del primer tubo. En particular, es preferible que la serie de orificios comprenda un par de filas paralelas, simétricas de orificios. Los orificios pueden ser alargados en forma de ranuras.
- 15 Es preferible que se dispongan válvulas antirretorno en los orificios, de tal modo que el agua pueda fluir a través de los orificios saliendo de los primeros tubos pero no a través de los orificios entrando los primeros tubos.
- 20 Una clase de válvula antirretorno comprende una aleta de material flexible fijada al exterior del primer tubo y extendiéndose sobre por lo menos un orificio de tal modo que, en uso, el flujo inducido despega la aleta del orificio y permite el flujo hacia fuera, pero el flujo inverso empuja la aleta contra el orificio e impide el flujo a su través. La aleta puede cubrir más de un orificio.
- 25 Cuando la serie de orificios comprende un par de filas paralelas, simétricas de orificios, una forma particularmente preferible de disposición de aleta comprende una disposición de aleta independiente que se extiende sobre cada fila de orificios. En una realización, una disposición de aleta está fijada a cada lado del par de orificios, discurriendo los bordes libres de las aletas entre las dos filas de orificios. En otra realización, las disposiciones de aleta están fijadas entre las filas de orificios, extendiéndose las aletas respectivas sobre las filas respectivas.
- 30 La disposición de los primeros y los segundos tubos comprende preferentemente conjuntos de primeros y segundos tubos dispuestos en un conjunto paralelo, separado y plano. El plano de los conjuntos es habitualmente vertical o casi. En una realización, el plano del conjunto de los primeros tubos es sustancialmente paralelo al del conjunto de los segundos tubos y está separado del mismo. En otra realización, los conjuntos de los primeros y segundos tubos son sustancialmente coplanarios, estando los tubos de un conjunto intercalados con los del otro.
- 35 En una realización preferida, los primeros y los segundos tubos se extienden en una dirección sustancialmente vertical, y los primeros tubos pueden estar conectados a un colector horizontal en sus extremos inferiores, estando a su vez conectado el colector al conducto de flujo. En otra realización preferida, los primeros y los segundos tubos se extienden en una dirección sustancialmente horizontal, y los primeros tubos pueden estar conectados a un colector vertical, estando a su vez conectado el colector al conducto de flujo.
- 40 Preferentemente, la disposición de los primeros y los segundos tubos comprende una primera y una segunda sección inclinadas una hacia la otra en sus extremos superiores.
- 45 El conducto de flujo define habitualmente una carcasa que rodea el rotor. El rotor puede estar situado cerca de un extremo inferior de la disposición de los primeros y los segundos tubos, y el generador puede estar situado cerca de un extremo superior de la disposición de los primeros y los segundos tubos. Cuando el rotor y el generador están separados de este modo, el generador se puede conectar al rotor por medio de un eje de transmisión largo. Es particularmente preferible que el generador esté montado de tal modo que cuando el aparato está situado en una masa de agua, el generador está por encima del nivel del agua.
- 50 Se pueden proporcionar y disponer elementos de flotación de manera que el aparato flote en la masa de agua con la disposición de los primeros y los segundos tubos sumergida sustancialmente en la masa de agua. En este caso, el aparato se amarra preferentemente utilizando líneas acopladas al lecho de la masa de agua. Estas líneas pueden ser ajustables para permitir que se ajuste el alineamiento del aparato para optimizar el flujo pasados los tubos.
- 55 El elemento de flotación puede ser una columna abierta por abajo de manera que se pueda llenar de agua (por ejemplo, desde el colector inferior, horizontal) con un volumen de aire cerrado sobre la superficie de agua en el interior de la columna. Preferentemente, se disponen medios para ajustar la presión de aire en la columna, para el ajuste fino del volumen de aire. En particular, es preferible conectar la columna al conducto de flujo de tal modo que el volumen encerrado de aire se pueda expandir cuando el flujo en el conducto de flujo es elevado y su presión baja, y vaciar parcialmente la columna hacia el conducto más allá del rotor, y cuando el flujo es bajo y su presión elevada, el agua fluye de nuevo subiendo por la columna.
- 60 Las columnas pueden ser utilizadas para montar los generadores y, opcionalmente, los rotores.
- 65 En una realización particularmente preferida, los conjuntos definen una valla alargada de los primeros y los segundos tubos. En un caso así, se pueden disponer un par de vallas, estando conectado un extremo de cada valla

a una posición común y estando separados los otros extremos de tal modo que las vallas crean una forma de V. Preferentemente, el extremo abierto de la V está situado contra una dirección principal del flujo de marea o de corriente. Un desarrollo de esta realización comprende dos pares de vallas, estando conectado un extremo de cada valla en la posición común y estando separados los extremos para crear una forma de X. En este caso, hay efectivamente dos V con los extremos abiertos orientados en direcciones opuestas y por lo tanto estando abiertos a las dos direcciones principales del flujo de mareas.

Los tubos que forman los conjuntos están conectados habitualmente de manera flexible, de tal modo que la valla se pueda deformar a partir de una disposición plana, bajo el efecto del flujo de la marea o de la corriente. Las conexiones flexibles pueden estar dotadas de un colector en la parte inferior de la valla, y de uno o varios cables flexibles sobre el colector, siendo los cables más flexibles que el colector.

Un depósito puede estar dispuesto en la posición común a la que están conectadas las vallas, alimentando la salida de los conductos de flujo el depósito. El depósito está dispuesto para liberar en el aparato el agua almacenada, en momentos de flujo de corriente o de marea baja. En este caso, el rotor puede estar montado en una pared del depósito. En un desarrollo adicional, los extremos exteriores de las vallas están conectados a otros depósitos que sirven asimismo para soportar el extremo de la valla.

Una realización de la invención comprende además un equipo de desalinización por ósmosis inversa y un sistema de canalización para distribución, siendo accionado el equipo de desalinización y el sistema de canalización mediante el generador. Otros usos pueden ser utilizar la generación local electricidad para alimentar la generación local de hidrógeno mediante electrólisis. El hidrógeno (y el oxígeno) producidos de este modo pueden ser canalizados a tierra en canalizaciones convencionales. Puede ser posible asimismo disponer un almacenamiento local para el gas o gases, que a continuación pueden ser alimentados a tierra a una velocidad constante.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1 y 2 muestran vistas en planta de una parte de una disposición de tubos de una realización de la invención;

la figura 3 muestra una realización de un primer tubo de las figuras 1 y 2;

la figura 4 muestra una primera realización de la invención;

la figura 5 muestra una segunda realización de la invención;

las figuras 6, 7 y 8 muestran una tercera realización de un aparato según la invención;

la figura 9 muestra una cuarta realización de la invención;

la figura 10 muestra una quinta realización de la invención;

la figura 11 muestra un detalle de la valla de la figura 9;

la figura 12 muestra en mayor detalle la valla de la figura 11;

las figuras 13 a 15 muestran detalles de un depósito que se utiliza en las realizaciones de las figuras 9 ó 10.

Modo o modos de llevar a cabo la invención

El principio básico de la invención es utilizar la disposición de los primeros y los segundos tubos para aspirar agua sobre el rotor con el fin de generar electricidad. Las figuras 1 y 2 muestran vistas en planta de una parte de la disposición de tubos para mostrar el principio de funcionamiento. La disposición comprende conjuntos de primeros y segundos tubos 10, 11. Los tubos de cada conjunto están dispuestos en un conjunto paralelo, separado y yuxtapuesto, estando situados todos los tubos de un conjunto esencialmente en el mismo plano (indicado como X10-X10 y X11-X11, respectivamente). Los conjuntos están separados de manera que los primeros tubos 10 están alineados con los espacios entre los segundos tubos 11. Los tubos del primer conjunto adyacentes al tubo 10 no se muestran pero se indica su posición como (10-1) y (10+1), extendiéndose adicionalmente el conjunto en ambos sentidos. El segundo conjunto se extiende de manera similar.

Los primeros tubos 10 están dotados de dos filas de pares de orificios 12a, 13a, 12b, 13b, estando situados los orificios de tal modo que están frente a los dos segundos tubos 11 adyacentes. Los dos conjuntos de tubos 10, 11 están situados relativamente próximos entre sí, de manera que el agua que fluye a través de la disposición desde un lado al otro X->Y (figura 1) o Y->X (figura 2) es forzada entre los primeros y los segundos tubos 10, 11 donde el espacio está más restringido Z. El efecto de esta restricción del flujo es acelerar el agua, lo que conduce a una caída de presión, es decir, se forma un Venturi. Dado que la presión en el exterior de los orificios 12a, 12b, 13a, 13b se reduce, el agua a presión ambiental en el interior de los primeros tubos 10 fluirá R, S fuera de los orificios hacia el Venturi Z.

Hay válvulas antirretorno 14a, 14b, 15a, 15b dispuestas en cada orificio 12a, 12b, 13a, 13b para impedir que el agua fluya hacia el primer tubo si la presión ambiental en el tubo es menor que la presión en el exterior del tubo.

La figura 3 muestra en mayor detalle el primer tubo 10. Los orificios 12a, 13a adoptan la forma de dos filas paralelas, simétricas de ranuras alargadas. Las válvulas 14a, 15a comprenden aletas largas y flexibles fijadas mediante respectivos rebordes de retención 16a, 17a en el lado exterior del tubo 10, estando fijadas las aletas 14a, 15a de tal

modo que se extienden una hacia otra recubriendo la respectiva fila adyacente de orificios 12a, 13a. Las aletas 14a, 15a pueden estar fabricadas de cualquier material adecuado en función de su aplicación, por ejemplo, caucho natural o sintético, materiales termoplásticos, materiales tejidos, materiales compuestos, etc.

5 La figura 4 muestra una realización de la invención, instalada en el lecho marino. El aparato comprende una serie de secciones 20 de tubos que comprenden conjuntos entrelazados, planos de primeros y segundos tubos mostrados en general como 22, estando alineados los primeros y segundos tubos sustancialmente horizontal y teniendo los conjuntos un plano sustancialmente vertical. Los tubos 22 se extienden entre tubos colectores verticales 24, comunicando el interior de los primeros tubos con el interior de los tubos colectores verticales 24. Todos los tubos colectores verticales 24 están conectados a un colector común 26 que discurre a lo largo de la parte inferior de la sección 20. Los colectores verticales extremos comprenden columnas de soporte 28 que llevan un conducto de flujo 30 que aloja un rotor (no mostrado) en su extremo inferior. Un módulo generador 32 está montado en la parte superior de cada columna 28, conectado al rotor mediante un eje de transmisión.

15 Las secciones 20 están montadas en el lecho marino entre estructuras de soporte 34. Las secciones 20 se pueden instalar desde una gabarra o plataforma 36 que se puede retirar una vez se ha completado la instalación. Las secciones 20 pueden tener, por ejemplo, dimensiones del orden de 150 m x 30 m.

20 En la realización de la figura 4, el aparato está montado bajo la superficie de aguas relativamente poco profundas y por lo tanto está sujeto esencialmente sólo al flujo debido a la corriente o a la marea. El funcionamiento de este sistema se ha descrito esencialmente, en relación con las figuras 1 y 2. El flujo de agua a través de la sección entre los primeros y los segundos tubos provoca una reducción de presión en el Venturi que aspira agua fuera de los primeros tubos. Por consiguiente, se aspira agua a través del conducto de flujo 30 y hacia el colector 26, lo que acciona el rotor y por lo tanto acciona el módulo generador 32. Las variaciones verticales en el flujo pueden hacer que se generen en algunos tubos presiones menores que en otros. Las válvulas antirretorno impiden que éstas variaciones 'cortocircuiten' el sistema mediante el colector, al impedir que entre agua a los tubos salvo a través del conducto de flujo y del colector.

30 La figura 5 muestra una disposición diferente de tubos para las secciones 20. En este caso, los primeros y los segundos tubos están dispuestos sustancialmente de manera vertical 38 y conectados a un colector horizontal común 40 que se extiende entre las columnas 28. Con los tubos en esta configuración, se puede extraer energía de los flujos orbitales del agua, que se encuentran en los patrones de las olas.

35 Las figuras 6, 7 y 8 muestran otra realización de la invención. En este caso, están dispuestas dos secciones de tubo 50, 52, que comprenden, cada una, una disposición de primeros y segundos tubos 'verticales' que están separados en sus extremos inferiores 54 pero están inclinados de tal modo que están próximos entre sí en sus extremos superiores 56. Las secciones de tubo 50, 52 comprenden conjuntos planos de primeros 58a, 58b y segundos 60a 60b tubos respectivamente, siendo paralelos los conjuntos pero estando separados (es decir, sustancialmente tal como se muestra en planta en las figuras 1 y 2) y dispuestos de manera que los primeros tubos 58a, 58b están en el exterior. Los tubos 60a y 60b son flotantes.

45 Las secciones de los tubos 50, 52 están montadas en una estructura de armazón triangular 62 que está dotada de elementos extremos flotantes 64 y de un elemento de cordón superior flotante 66 que permite que el aparato flote en el agua con solamente la parte superior 56 en, o sobre la superficie del agua 68. Los dos elementos de cordón inferiores 70a, 70b constituyen colectores a los que están conectados los primeros tubos 58a, 58b de tal modo que puede fluir agua entre ambos.

50 Los elementos de cordón inferiores 70a, 70b están conectados al extremo de salida 72 de los conductos de flujo 74, definiendo las carcasas de los rotores, que tienen entradas 75 abiertas al agua en una parte superior de los mismos. Cada carcasa 74 aloja un rotor 76 montado en un buje 80 en la parte inferior de la carcasa 74. Una columna de soporte 82 se extiende hacia arriba desde el elemento de cordón inferior 70a, 70b junto a cada carcasa 74 hasta un nivel por encima de la parte superior de la estructura de tubos 56, donde está montado un módulo generador 84, de manera que cuando la estructura está flotando en la masa de agua, se mantiene normalmente sobre el nivel del agua 68. Un eje de transmisión 86 se extiende entre el rotor 76 y el módulo generador 84, sirviendo la rotación del rotor 76 para accionar un generador con el fin de generar electricidad.

55 En uso, la estructura está anclada al lecho marino de manera que esté situada sustancialmente de manera transversal a la dirección general del flujo de la corriente o de la marea, o de la dirección predominante de las olas. Al situar la estructura de este modo, se producirá un bombeo de agua a través de los primeros tubos siempre que exista un componente del flujo que discurra a través de las secciones de tubo 50, 52.

60 La invención aborda diversos problemas que aparecen normalmente en la generación de energía con olas o mareas. Un problema surge del hecho de que el flujo en dichos casos varía sustancialmente con la profundidad y no es constante. Al disponer los tubos alargados, cada uno se puede situar de tal modo que haya siempre una parte del mismo en una zona de flujo óptimo. La utilización de válvulas antirretorno significa que se resiste la tendencia a aspirar agua al primer tubo para compensar la caída de presión provocada por el Venturi. Otro problema surge del

hecho de que la dirección del flujo cambia a menudo en 180° o más, tal como en flujos de mareas o en una ola típica. Al disponer el Venturi entre los dos conjuntos de tubos, se puede proporcionar un sistema que responda a todos los flujos en lugar de hacerlo sólo en una dirección.

5 Al hacer flotante la estructura, tal como en la realización de las figuras 6 a 8, se puede acceder a zonas de agua más profundas, abiertas, lo que proporciona más flexibilidad para colocar el dispositivo fuera de rutas marítimas y fuera de la vista desde tierra. Se puede extraer energía de cualquier movimiento del agua entre las barras, independientemente de la frecuencia de la energía incidente, incluso a frecuencia casi cero, es decir flujos de marea.

10 Las dimensiones típicas de una unidad modular de la estructura pueden ser, por ejemplo, 72,1 m de longitud total, 18 m en cada lado de la sección transversal triangular y un peso de unas 3750 toneladas. No hay ningún límite teórico a la longitud total, cuando se conectan juntas muchas longitudes modulares.

15 La acción de las corrientes o de las olas provoca un flujo más allá de los tubos, lo cual crea baja presión en el Venturi lo que, a su vez, induce un flujo más allá de los rotores y hace girar los generadores. La inclinación en ángulo proporciona un perfil elíptico del Venturi para un flujo de corriente horizontal, que se considera mejor que un perfil circular. En general, la acción de las olas provocará asimismo que fluyan partículas de agua entre las barras a cierto ángulo, lo cual proporciona un perfil elíptico del Venturi. El concepto es omnidireccional (da igual que la marea esté subiendo o bajando, o que el dispositivo esté en una cresta o en un valle de la ola). Cualquier movimiento en el
20 agua puede generar energía. Puede ser posible cierta optimización soltando y recogiendo las líneas de amarre para hacer girar en planta todo el dispositivo hacia la "subida" dominante de olas y corrientes. Sin embargo, al hacer que el cordón superior discorra en la superficie de aguas tranquilas, se puede permitir que gran parte del exceso de energía de las olas de tormenta pase sobre la estructura sin sobrecargar el sistema. Si bien el sistema puede no tener en general una eficiencia termodinámica elevada, puede ser muy grande y muy robusto, con toda la
25 generación eléctrica fuera del agua de manera que puede trabajar de manera consistente y fiable en todas las condiciones.

Los movimientos de cuerpo rígido (oscilación vertical, cabeceo, balanceo) de toda la estructura pueden provocar asimismo un flujo entre las barras, lo cual convierte más energía de las olas.

30 Las columnas sobre las que se asientan los generadores pueden estar abiertas por abajo de manera que se llenen de agua desde el cordón inferior, con un volumen encerrado de aire sobre la superficie de agua en el interior de la columna. Seleccionando el volumen de aire en estas columnas, y realizando un ajuste fino del volumen de aire durante el funcionamiento mediante el ajuste de su presión, se pueden hacer dos mejoras sobre el rendimiento:

35

- El colchón de aire se expandirá cuando el flujo en el cordón inferior sea elevado y su presión baja, lo cual vacía parcialmente la columna, libera el flujo a través de la carcasa, más allá de los rotores y reduce los picos de sobretensión en la energía generada. A la inversa, cuando el ciclo de energía de las olas provoca un flujo mínimo en el cordón inferior a alta presión, el colchón de aire expandido induce que fluya agua de nuevo subiendo por la
40 columna, lo cual mejora el flujo más allá del rotor y suaviza la energía producida.

- Éste es un fenómeno resonante del que se puede sacar ventaja para mejorar la eficiencia en un diseño detallado.

45 Otra realización de la invención utiliza la energía generada para accionar equipos convencionales de desalinización por ósmosis inversa, con el agua dulce transferida mediante una canalización (esto evita el problema habitual de conseguir el acceso a agua de mar abierto sin lodos y generar la energía necesaria para las bombas de alta presión que necesitan estas unidades, en lugares costeros no desarrollados).

50 Estas unidades pueden ser muy grandes, lo que puede contribuir en cierto modo a abordar la pérdida de energía por el flujo que se limita a circular en los extremos, en un flujo de marea o de corriente. Sin embargo, incluso con una estructura grande, solamente una parte de la corriente de agua incidente pasa a través de las barras (el resto pasa alrededor de los lados, debido a que los tubos presentan un bloqueo significativo al flujo de las mareas).

55 Un enfoque para solucionar esto se muestra en la figura 9 y comprende dos conjuntos de tubos que forman un par de "vallas" 110a, 110b que están conectadas en un extremo a una estructura común (en este caso un depósito grande, de hormigón 112, tal como se describirá adicionalmente más adelante) y los otros extremos están separados y conectados a postes 114 para crear una forma de V, con el fin de "capturar" el flujo de la marea o de la corriente a medida que se propaga desde el tercio medio del flujo aguas arriba. Debido a que la marea es bidireccional, se puede disponer otro par de vallas 110c, 110d en una V enfrentada, lo que tiene como resultado una
60 disposición de vallas 110 en forma de X. El depósito de hormigón 112 bloquea asimismo la zona central, lo que ayuda a guiar los flujos a través de las vallas 110. La figura 10 muestra una versión opcional en la que los extremos exteriores de las vallas 110 están soportados en depósitos más pequeños 116 en lugar de en postes.

65 Aunque estas realizaciones están configuradas para extraer energía de flujos de mareas o de corrientes, se puede convertir asimismo la energía de las olas, de la manera descrita anteriormente.

Permitir que las vallas 110 se estiren corriente abajo en forma de catenaria ayuda a evitar momentos de flexión elevados en la valla al hacerla flexible sólo frente a fuerzas de tracción. Las figuras 11 y 12 muestran una realización de este tipo, en la que los tubos que forman las vallas 110 están colgados entre dos postes 118a, 118b, tal como se muestra (puede haber rotores alojados en los postes). En una realización preferida, uno de cada dos tubos es flotante, de tal modo que toda la "valla" 110 es ligeramente flotante, y se arquea hacia arriba por el centro formando un ligero arco en aguas en reposo. Los tubos individuales se pueden encordar juntos utilizando cuerdas de acero o de fibra artificial 120 en la parte superior (y elevaciones intermedias, cuando las hay), lo que ayuda al colector horizontal inferior 122 a mantener en posición la parte inferior de los tubos. Las cuerdas superiores 120 pueden ser más flexibles que el colector 122, lo que asegura una inclinación de los tubos que ayuda a presentar un trayecto de flujo elíptico deseable al flujo de mareas o de corrientes a través de los tubos Venturi.

Tal como se ha descrito anteriormente en relación con las figuras 9 y 10, las vallas 110 están conectadas a un gran depósito de hormigón o tanque sumidero 112, de tal modo que las vallas 110 pueden aspirar agua del interior del tanque, que se rellena continuamente disponiendo flujo del exterior al interior en marea alta a través de los rotores 124, lo que genera electricidad.

Un beneficio de este enfoque es que la capacidad de conversión de energía de una valla en un flujo de marea es máxima cuando las corrientes de marea están altas, y es cero con una marea en reposo. Sin embargo, las demandas de energía de una red de distribución se pueden producir en momentos diferentes, con demandas máximas normalmente durante el día, cuando el flujo de marea puede ser mínimo, y viceversa. Al disponer un depósito o tanque sumidero 112 tal como se muestra, el ciclo de generación eléctrica se puede desacoplar del ciclo de las mareas y se pueden realizar en este caso ventas de energía contractuales sobre una escala de tiempo diaria fija, independientemente de las tablas de mareas.

Otro beneficio es que el rotor 124, en uso en cualquier momento, puede estar situado en la pared del tanque en un punto, en una vista en planta, diametralmente opuesto al punto cardinal desde el que fluye la marea. Esto estimulará una circulación alrededor del tanque 112 que mitiga la formación de grandes vórtices detrás del tanque 112, que derrochan energía, y ayuda a aspirar el flujo de marea dividido, a través de la totalidad de las cuatro vallas 110, lo que maximiza la eficiencia de la conversión energética.

Cuando el depósito esté vacío, el tanque será muy flotante y por lo tanto tiene que ser lo suficientemente pesado como para mantenerse sobre el lecho marino. Sin embargo, es deseable asimismo poder sacar a flote el depósito para su posicionamiento durante la instalación. Las figuras 13 a 15 muestran una realización que consigue esto, al estar formado el depósito de estructuras de hormigón reforzado 125 que comprenden cámaras huecas 126 formadas en la base 128 y, opcionalmente, en las paredes 130, que se llenan de aire durante su remolque (figura 14) pero se inundan en funcionamiento para asentarse sobre el lecho marino 131 (figura 14). Puede ser deseable asimismo tener un lastre adicional, por ejemplo, mineral de hierro 132 que puede ser más barato que utilizar simplemente más hormigón del necesario con fines estructurales. El tanque se puede desinstalar sustituyendo de nuevo el agua de las cámaras 126 con aire, invirtiendo el proceso de instalación, bien bombeando el agua fuera de las cámaras o soplandola con aire comprimido. Se puede disponer una válvula 134 para proporcionar ventilación a las cámaras.

Se pueden realizar cambios adicionales permaneciendo dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, si bien los tubos en los ejemplos proporcionados anteriormente son esencialmente circulares en sección transversal, es posible asimismo utilizar tubos que sean elípticos en la dirección del flujo o que tengan otros perfiles para reducir la turbulencia. Una manera de conseguir esto es utilizar tubos de sección circular que se colocan en un ángulo con la vertical. Esto significa que se presenta un perfil elíptico al flujo horizontal. Son posibles otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para generar electricidad utilizando flujo de mareas o de corrientes en una masa de agua, que comprende:
- 5 - un conducto de flujo (30) que tiene una entrada y una salida;
 - un rotor situado en el conducto de flujo; y
 - un generador (32) conectado al rotor;
- 10 caracterizado porque el aparato comprende una disposición de primeros (10) y segundos (11) tubos, estando dotado cada primer tubo de una serie de orificios (12, 13) separados a lo largo de su longitud, y estando dispuestos los primeros tubos con respecto a los segundos tubos de tal modo que se define un Venturi entre las paredes de los primeros y los segundos tubos adyacentes; en el que el agua de dicha masa puede entrar al conducto de flujo a través de la entrada, y los primeros tubos están conectados a la salida del conducto de flujo de tal modo que el flujo de agua más allá de la disposición de los primeros y los segundos tubos hace que los primeros tubos actúen como bombas Venturi, aspirando agua a través del conducto de flujo y accionando el rotor.
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que la serie de orificios comprende una fila de orificios que se extienden axialmente a lo largo del lateral del primer tubo (10).
- 20 3. Aparato según la reivindicación 2, que comprende un par de filas paralelas, simétricas de orificios (12, 13).
4. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que están dispuestas válvulas antirretorno en los orificios (12, 13), de tal modo que el agua puede fluir a través de los orificios fuera de los primeros tubos (10) pero no a través de los orificios hacia el interior de los primeros tubos.
- 25 5. Aparato según la reivindicación 5, en el que la válvula antirretorno comprende una aleta (14, 15) de material flexible fijada al exterior del primer tubo (10) y que se extiende sobre los orificios (12, 14), de tal modo que, en uso, el flujo inducido despega la aleta de los orificios y permite el flujo hacia fuera, pero el flujo inverso empuja la aleta contra el orificio e impide el flujo a través de éste.
- 30 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que la aleta cubre más de un orificio.
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que la serie de orificios (12, 13) comprende un par de filas paralelas, simétricas de orificios y la válvula antirretorno comprende una disposición de aleta independiente fijada a cada lado del par de orificios, estando situados los extremos libres de las aletas (14, 15) entre las dos filas de orificios (12, 13).
- 35 8. Aparato según la reivindicación 6, en el que la serie de orificios (12, 13) comprende un par de filas paralelas, simétricas de orificios y la válvula antirretorno comprende disposiciones de aleta independientes fijadas al tubo entre las filas de orificios, extendiéndose cada aleta sobre una u otra de las filas.
- 40 9. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que los primeros tubos están conectados a un colector horizontal (40) o vertical (24) en sus extremos inferiores, estando a su vez el colector conectado al conducto de flujo (30).
- 45 10. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la disposición de los primeros (10) y los segundos (11) tubos comprende una primera y una segunda secciones inclinadas una hacia la otra hacia sus extremos superiores (56).
- 50 11. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el conducto de flujo (30) define una carcasa que rodea el rotor.
12. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que el rotor está situado cerca de un extremo inferior de la disposición de los primeros (10) y los segundos (11) tubos, y el generador (32) está situado cerca de un extremo superior de la disposición de los primeros y los segundos tubos, y está conectado al rotor (76) mediante un eje de transmisión (86) alargado.
- 55 13. Aparato según la reivindicación 12, en el que el generador (32) está montado de manera que cuando el aparato está situado en la masa de agua, el generador está por encima del nivel del agua (86).
- 60 14. Aparato según cualquier reivindicación anterior, que comprende además medios de flotación dispuestos de manera que el aparato flotará en la masa de agua con la disposición de los primeros (10) y los segundos (11) tubos sustancialmente sumergida en la masa de agua.
- 65 15. Aparato según la reivindicación 14, en el que el elemento de flotación comprende una columna abierta por abajo que se puede llenar de agua, con un volumen encerrado de aire sobre la superficie de agua en el interior de la columna.

16. Aparato según la reivindicación 15, en el que están dispuestos medios para ajustar la presión del aire en la columna con el fin de realizar un ajuste fino del volumen de aire.
- 5 17. Aparato según la reivindicación 15 o 16, en el que la columna está conectada al conducto de flujo (30) de manera que el volumen encerrado de aire se puede expandir cuando el flujo en el conducto de flujo es elevado y su presión baja, y vaciar parcialmente la columna en el conducto más allá del rotor, y cuando el flujo es bajo y la presión elevada, el agua fluye de nuevo subiendo por la columna.
- 10 18. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el que la columna se utiliza para montar los generadores (32) y/o los rotores (76).
- 15 19. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, en el que están dispuestas líneas de amarre ajustables para acoplar el aparato al lecho de la masa de agua con el fin de permitir que se ajuste el alineamiento del aparato con el fin de optimizar el flujo pasados los tubos.
- 20 20. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la disposición de tubos comprende un conjunto sustancialmente plano de primeros tubos (58) en una disposición separada, paralela y un conjunto sustancialmente plano de segundos tubos (60) en una disposición separada, paralela.
- 25 21. Aparato según la reivindicación 20, en el que el plano del conjunto de los primeros tubos (58) es sustancialmente paralelo al del conjunto de segundos tubos (60) y está separado del mismo.
- 30 22. Aparato según la reivindicación 20, en el que los conjuntos de los primeros (58) y los segundos (60) tubos son sustancialmente coplanarios, estando entrelazados los tubos de un conjunto con los del otro.
- 35 23. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 22, en el que los conjuntos definen una valla alargada de primeros (58) y segundos (60) tubos.
- 40 24. Aparato según la reivindicación 23, en el que están dispuestas un par de vallas (110), estando conectado un extremo de cada valla en una posición común, y estando separados los otros extremos de manera que las vallas crean una forma de V.
- 45 25. Aparato según la reivindicación 23 o 24, en el que están dispuestos dos pares de vallas (110), estando conectado un extremo de cada valla en la posición común y estando separados los extremos para crear una forma de X.
- 50 26. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 25, en el que los tubos (58, 60) que forman los conjuntos están conectados flexiblemente de tal modo que la valla (110) se pueda deformar a partir de una disposición plana por el efecto del flujo de mareas o de corrientes.
- 55 27. Aparato según la reivindicación 26, en el que las conexiones flexibles están dispuestas mediante un colector (122) en la parte inferior de la valla y uno o varios cables flexibles (120) sobre el colector, siendo los cables más flexibles que el colector.
28. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 27, que comprende además un depósito (112) en la posición común en la que están conectadas las vallas (110), alimentando la salida de los conductos de flujo al depósito.
29. Aparato según la reivindicación 28, en el que el depósito (112) está dispuesto para liberar al aparato agua almacenada, en momentos de flujo de corriente o de marea bajo.
30. Aparato según la reivindicación 28 o 29, en el que el rotor (124) está montado en una pared del depósito (112).
31. Aparato según la reivindicación 28, 29 o 30, en el que los extremos exteriores de las vallas (110) están conectados a depósitos adicionales (116) que actúan asimismo para soportar el extremo de la valla.

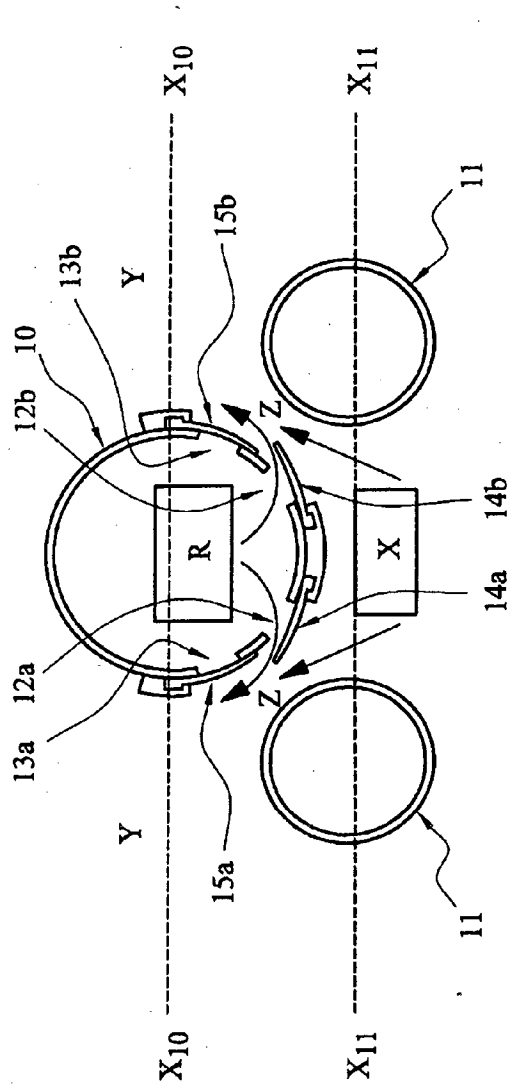


FIG. 1

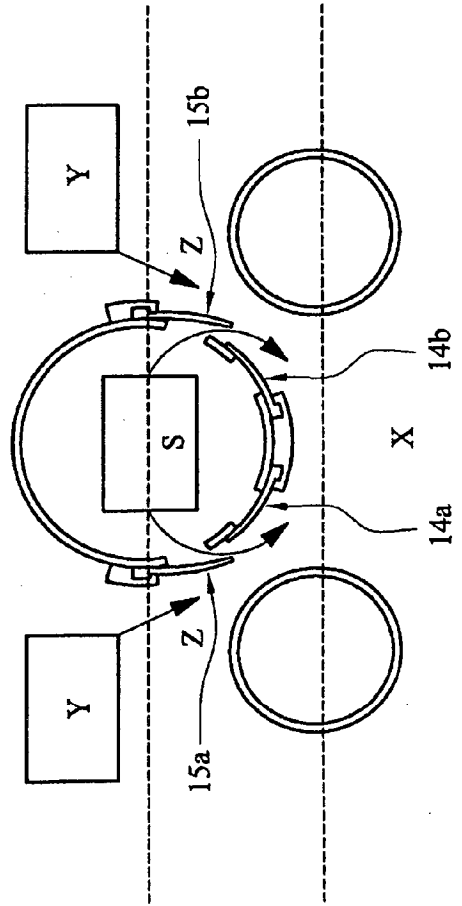


FIG. 2

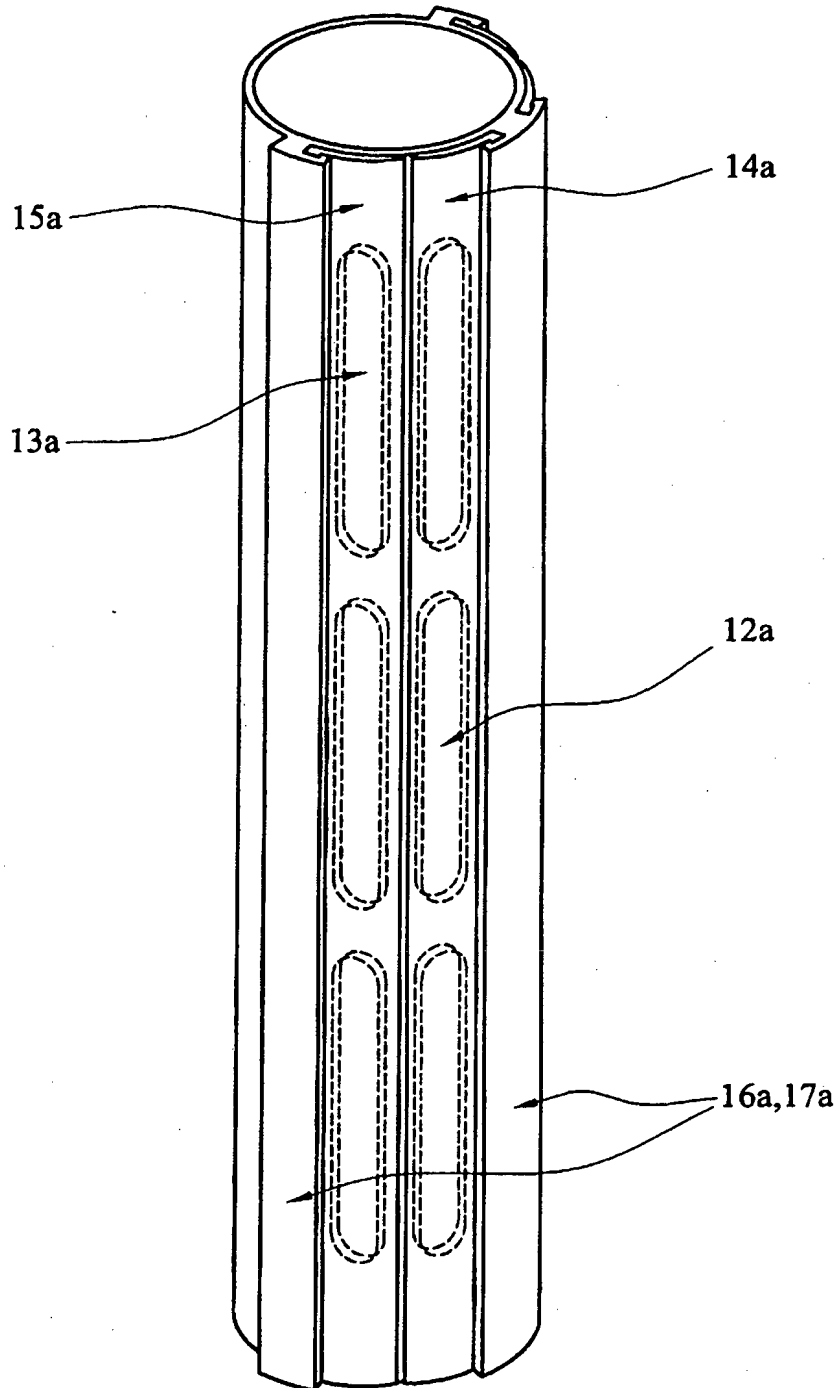


FIG. 3

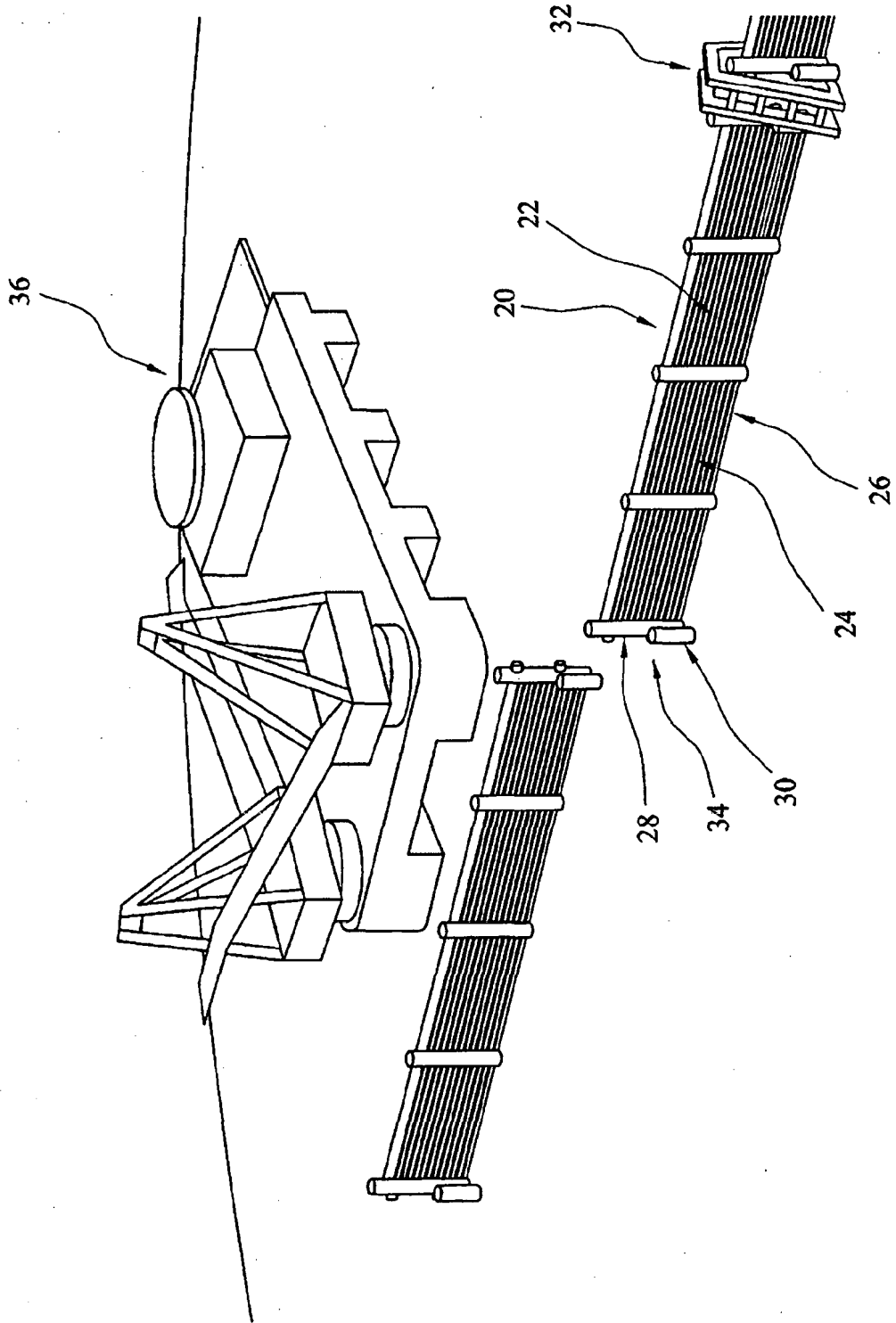


FIG. 4

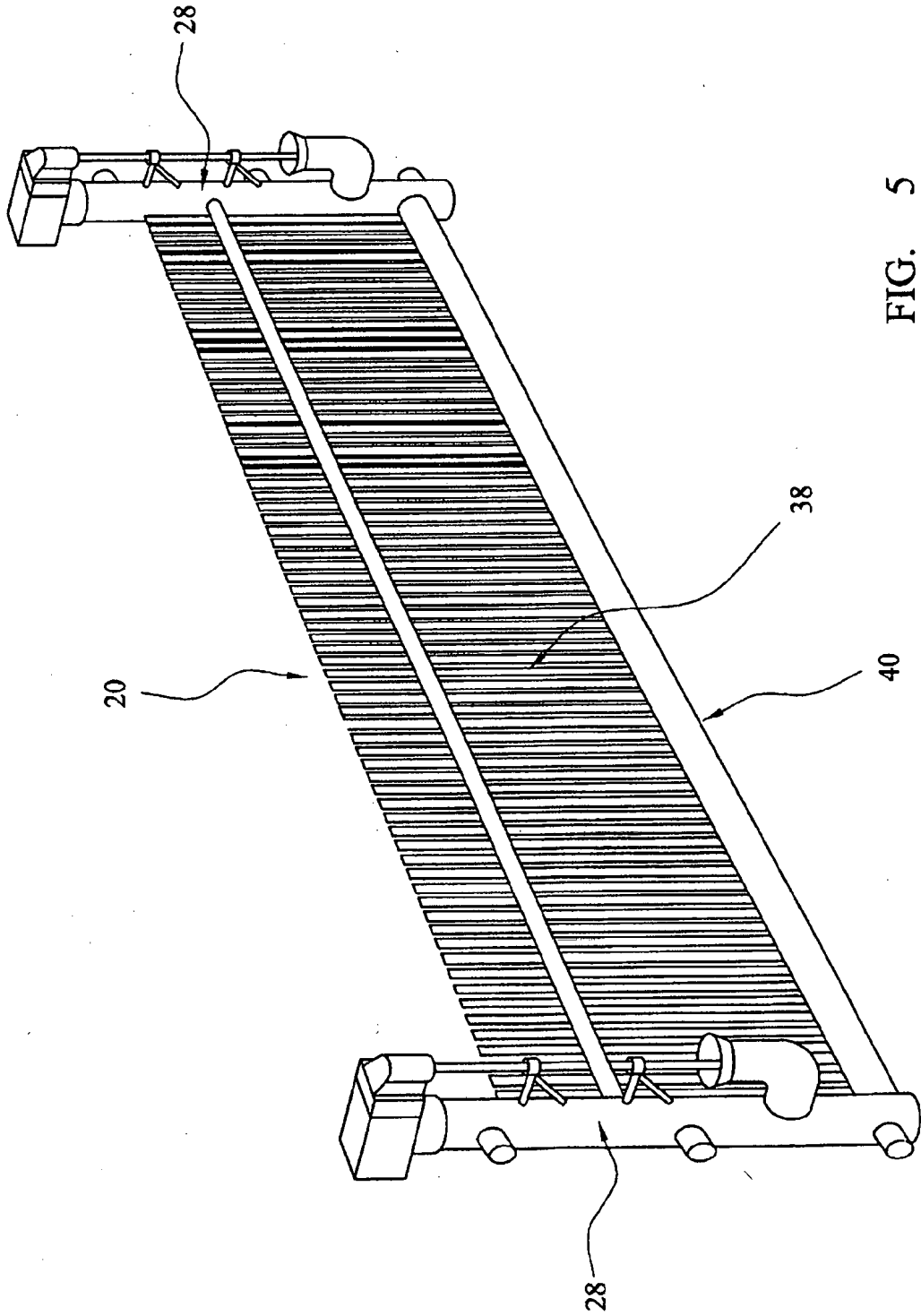


FIG. 5

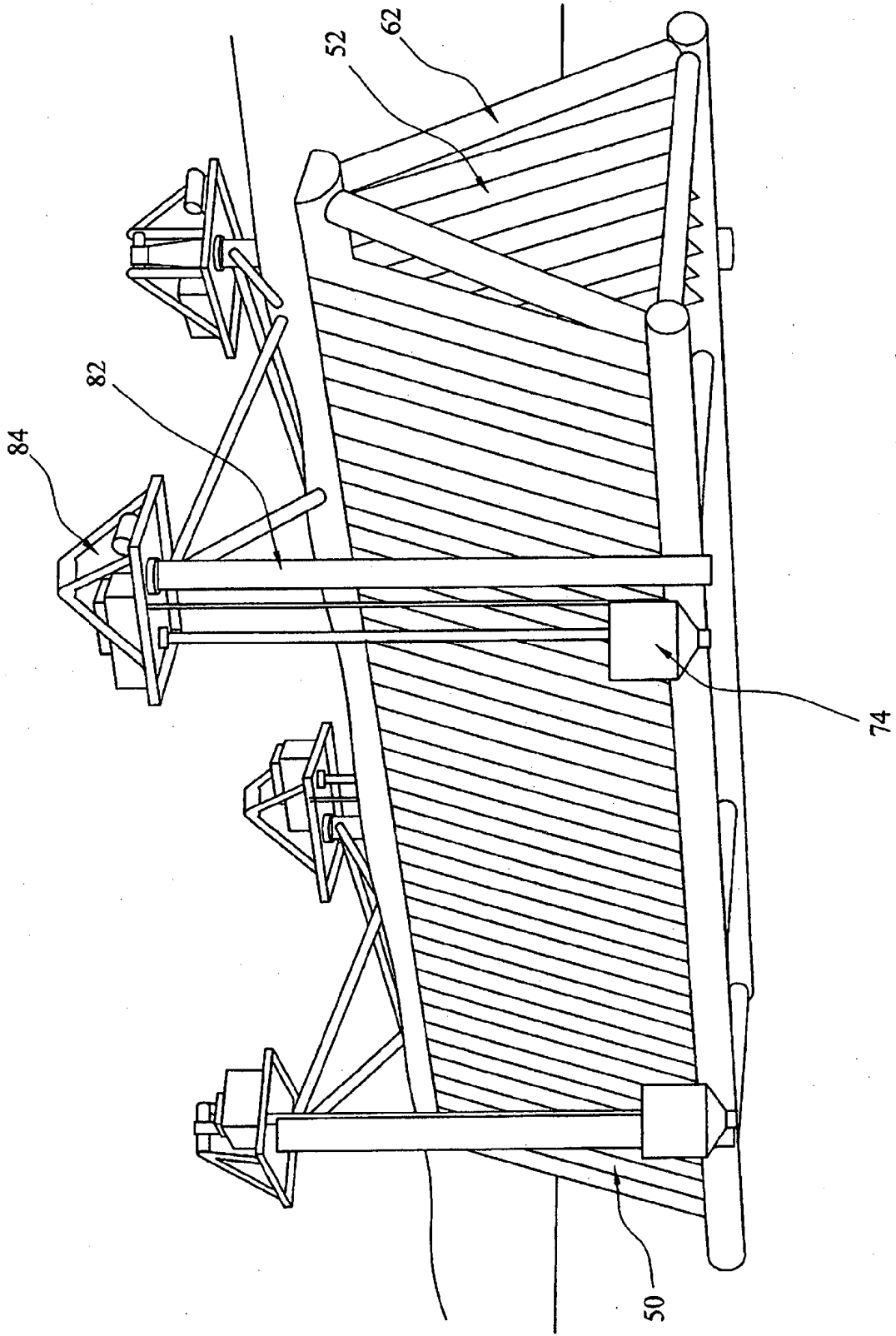


FIG. 6

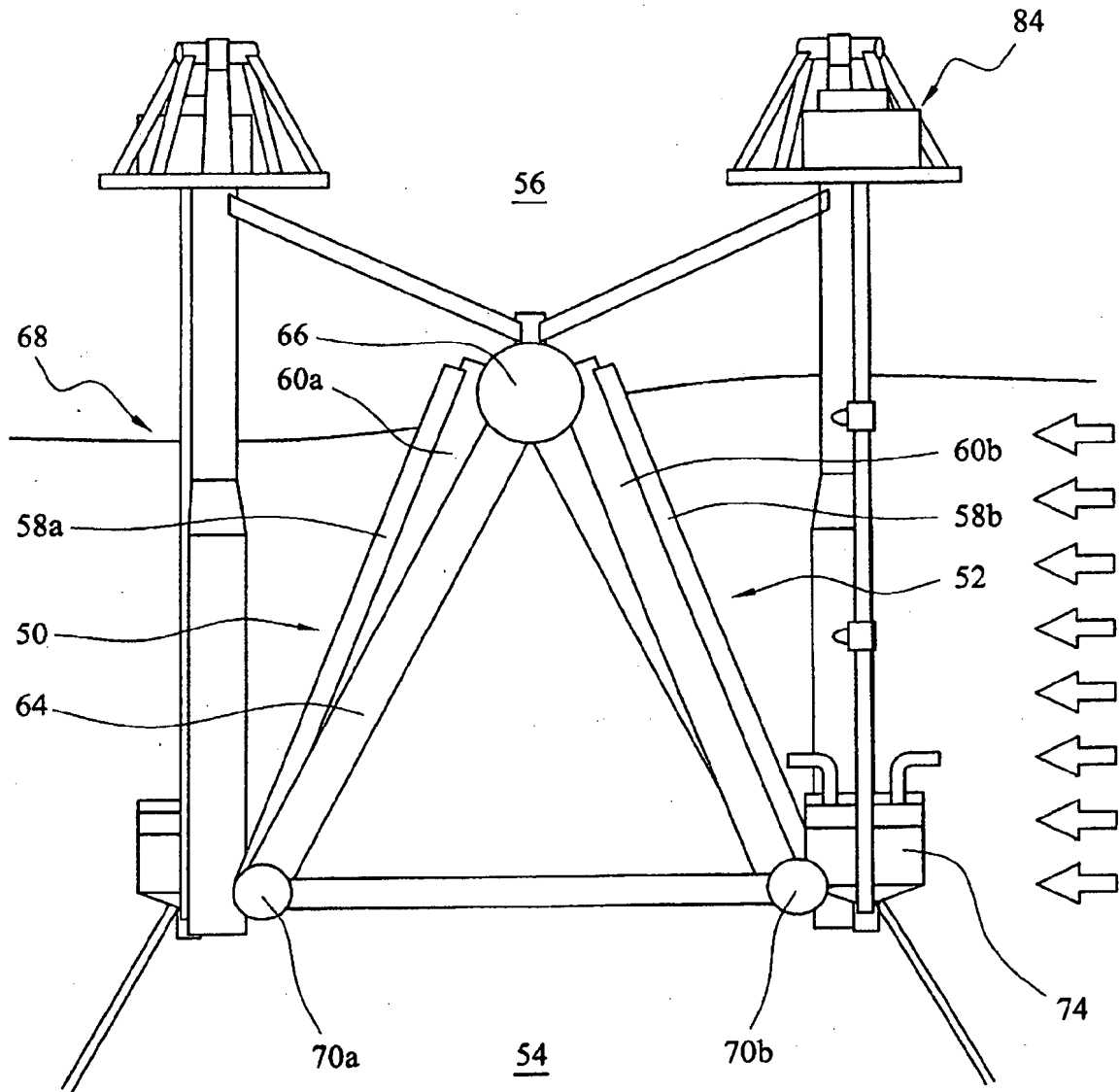


FIG. 7

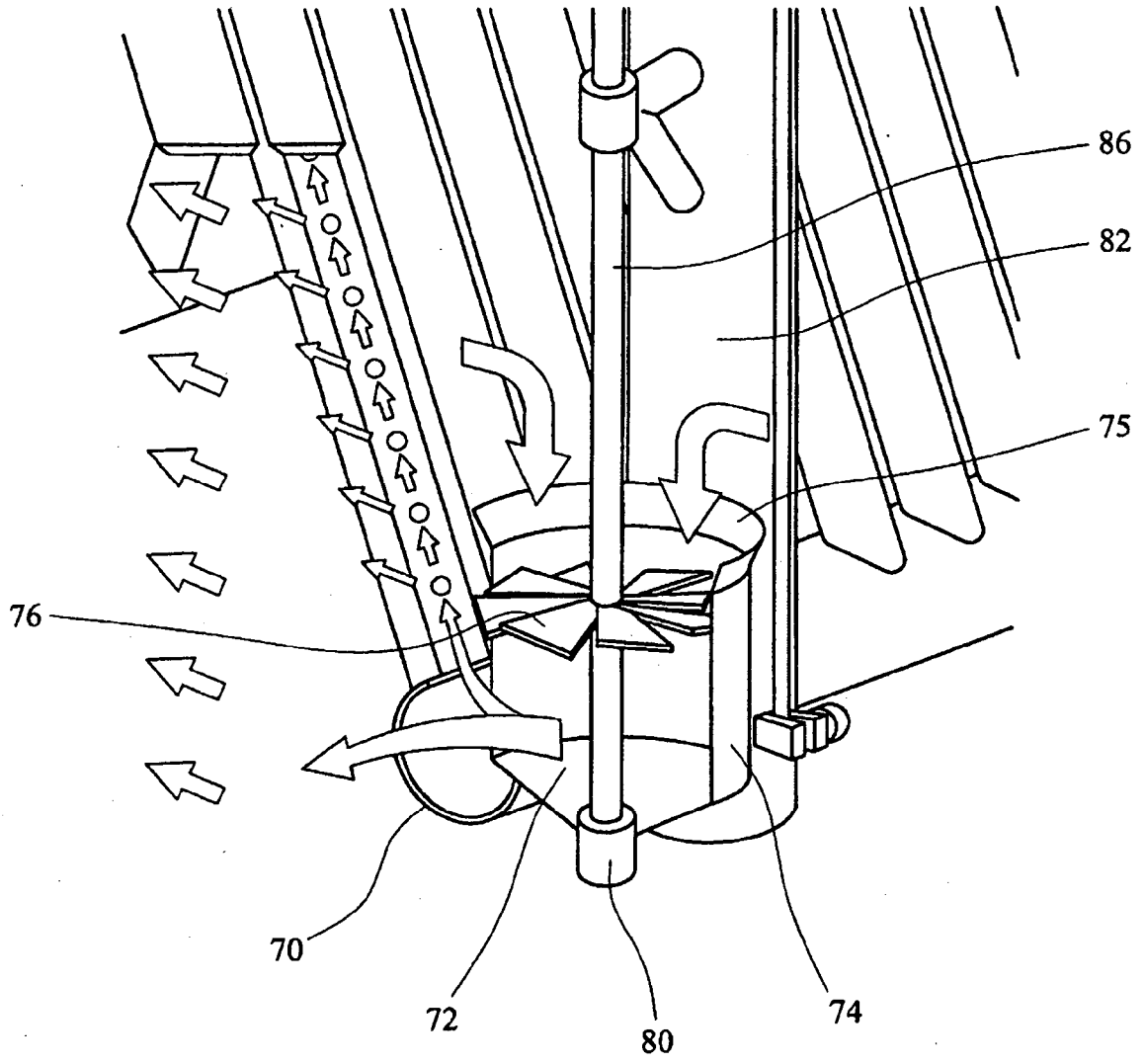


FIG. 8

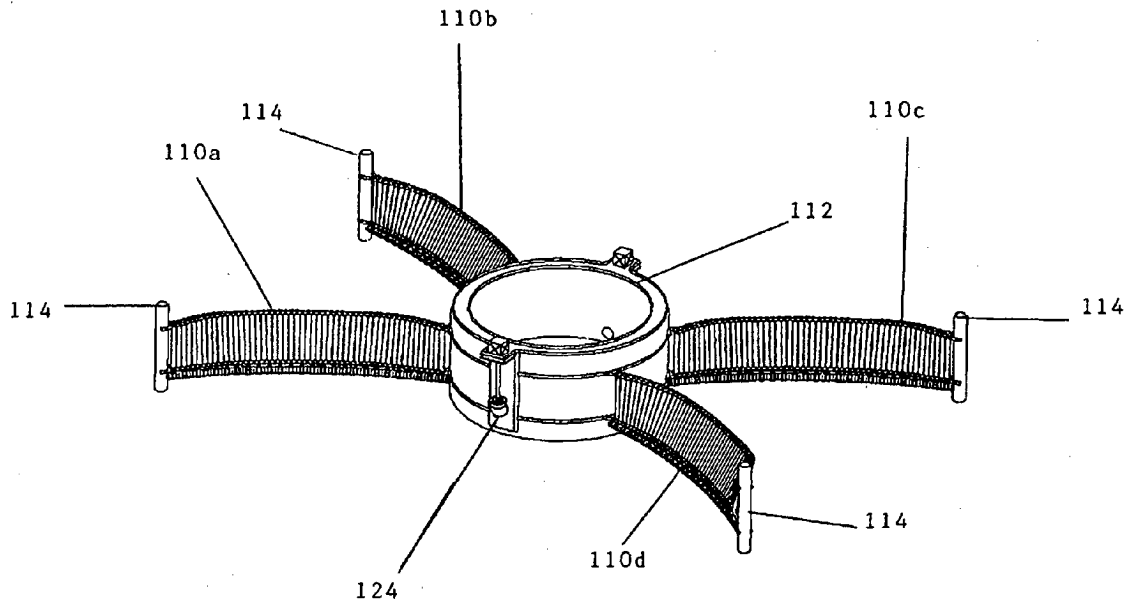


Figura 9

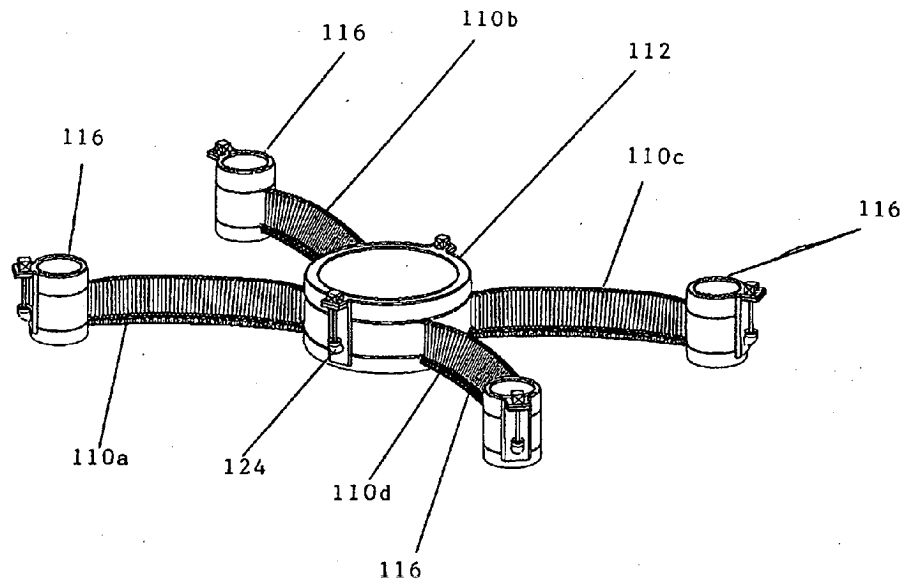


Figura 10

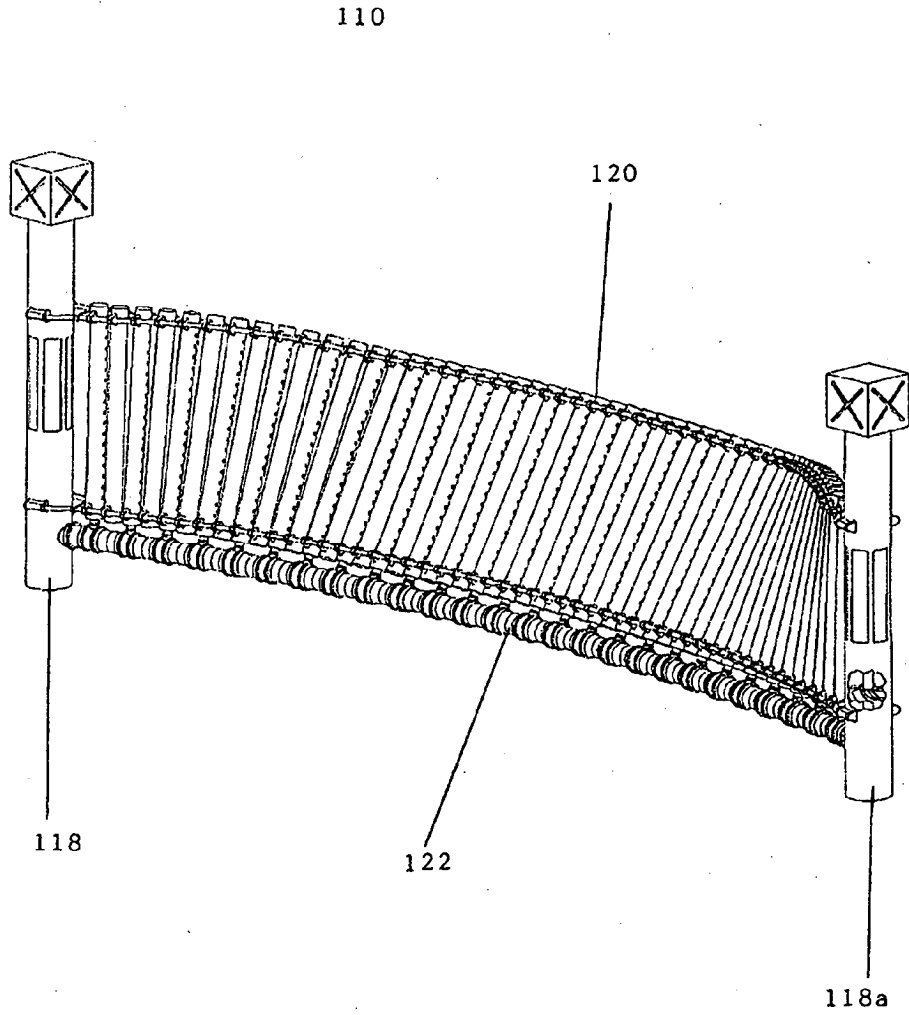


Figura 11

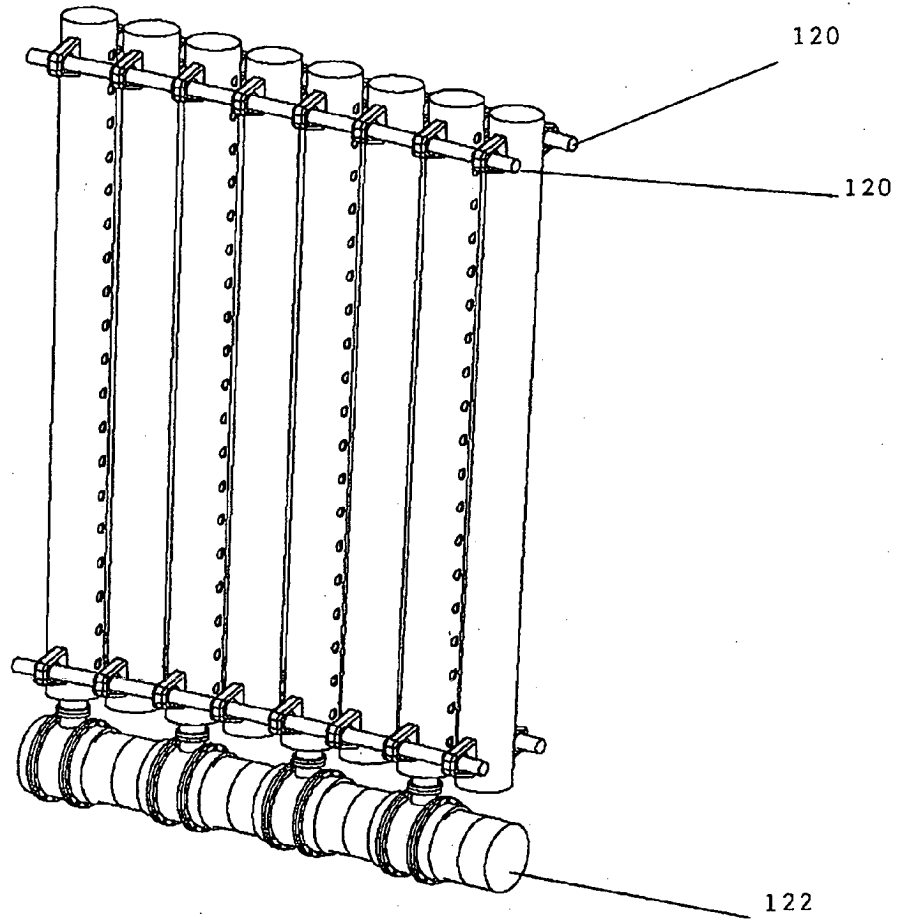


Figura 12

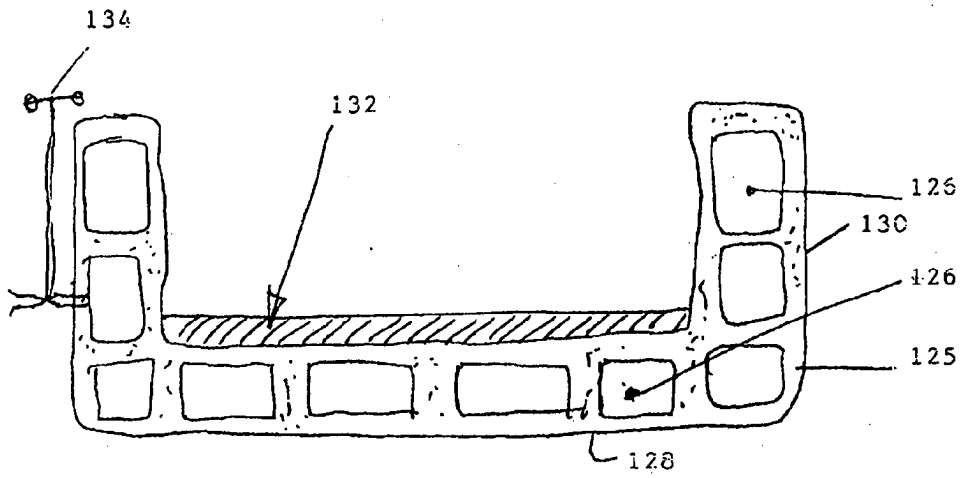


Figura 13

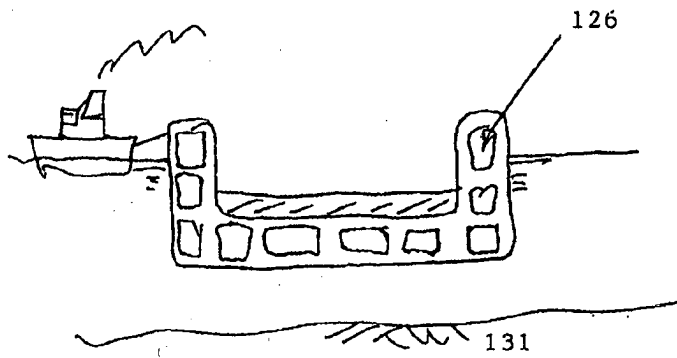


Figura 14

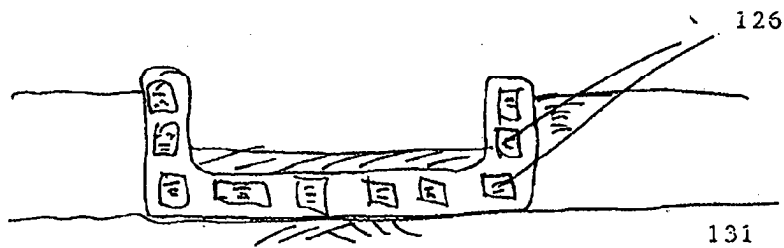


Figura 15