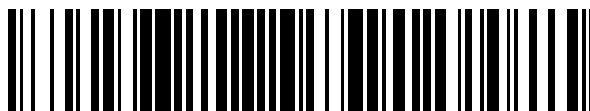


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 361**

51 Int. Cl.:  
**F03B 13/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06780553 .1**  
96 Fecha de presentación: **01.08.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1915528**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.04.2008**

54 Título: **Convertidor de energía de olas que flotan libremente**

30 Prioridad:  
**02.08.2005 IN KO06942005**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.10.2012**

73 Titular/es:  
**GHOUSE, SYED MOHAMMED (100.0%)**  
**11-4-636, AC GUARDS**  
**HYDERABAD 500 004, IN**

72 Inventor/es:  
**GHOUSE, SYED MOHAMMED**

74 Agente/Representante:  
**GARCÍA EGEA, Isidro José**

ES 2 389 361 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).

**DESCRIPCION**

5 Convertidor de energia de olas que flotan libremente

**CAMPO DE LA INVENCION**

10 La presente invención se relaciona con energía marina y, más en concreto, convertidores de energía undimotriz (CEU). A diferencia del reto de los sistemas CEU del estado de la técnica, que captan energía predominantemente de las ondulaciones de olas o del oleaje, casi todos en el eje vertical, de acuerdo con la presente invención la energía se extrae de la propagación de olas en el plano horizontal. Una "tubería flexible" flota sobre la superficie del agua y se adapta a la forma de la ola. Tanto el aire como el agua quedan atrapados en la tubería y se dividen, debido a la fuerza de gravedad, en discretos segmentos o "golpes", en las crestas o valles, respectivamente. Los segmentos son empujados por las olas y se extienden de un extremo al otro. Así, se extrae la energía por medio de la propagación de las olas. Los segmentos pueden fluir incluso contra la presión, si se aplica en la Salida. La presión total en una tubería será en función de la presión diferencial acumulativa de todos los segmentos de agua en dicha tubería menos las pérdidas.

20 **DESCRIPCION DEL ESTADO DE LA TECNICA**

Se han conocido convertidores de energía undimotriz (CEU) desde hace muchos años, pero ha sido solamente durante la última década y media o así que se iniciaron esfuerzos serios dirigidos a su explotación comercial. Se han desarrollado desde entonces diversos dispositivos de transformación de energía undimotriz, pero solamente unos pocos llegaron a una fase de prueba de gran alcance, pero ninguno de ellos ha sido todavía completamente desarrollado a una escala comercial. La principal desventaja de la energía undimotriz es el coste no rentable de su extracción.

30 Aunque están disponibles actualmente en el mundo diversos convertidores de energía undimotriz (CEU) y muchas patentes relativas a los mismos, aún se hacen esfuerzos para encontrar soluciones realmente económicas y prácticas, especialmente para su aplicación a escala global. El principal problema ha sido la complejidad y el coste elevado de los sistemas, que, adicionalmente, son agravados por las irregularidades y dureza del mar océano.

35 El Consejo Mundial de la Energía estima que podrían obtenerse de los océanos mundiales 2 TW de energía, el equivalente a dos veces de la producción mundial de energía. Sin embargo, debido a que las olas no son ni lo suficientemente regulares ni concentradas, no ha sido posible extraer y suministrar energía de forma viable. El principal problema con el diseño de convertidores de energía undimotriz ha residido en el manejo del amplio intervalo de variaciones de energía en el oleaje oceánico, desde una media aproximada de 50 kW/m llegando a un máximo de 10 MW/m (una relación 1:200).

40 Además, el objetivo principal ha estado predominantemente en la mejora de la eficiencia de los dispositivos – por medio de una sofisticación cada vez mayor. Por tanto, en el estado de la técnica, los convertidores de energía undimotriz (CEUs) se han hecho altamente sofisticados, especializados y exigen tecnologías muy específicas. Esto conlleva subida de costes, además de incremento del grado de dificultad en cuanto a su desarrollo y mantenimiento. Pero es aún más serio el que sea improbable que cualquier CEU de hoy en día pueda ser desarrollado con fuentes de dominio público. Los dispositivos podrían ser altamente sofisticados, incluso más energéticamente eficientes, pero quizás, no tan rentables, en términos de coste por kW.

50 Por ello, se venía necesitando una solución verdaderamente rentable y más simple, que también ofrece un alto grado de supervivencia, facilidad de desarrollo y mantenimiento.

**Tipos de Convertidores de Energía Undimotriz**

55 Los dispositivos de transformación de energía del estado de la técnica se han clasificado generalmente en las siguientes categorías básicas:

**Flotadores o Dispositivos de Lanzado (lanzado de boyas)**

60 Estos dispositivos producen electricidad de la acción de agitado o lanzamiento de un objeto flotante. El objeto puede ser instalado en una balsa flotante o en un dispositivo fijo en el fondo oceánico. Para generar grandes cantidades de energía, puede desplegarse una multitud de dichos dispositivos, cada uno de ellos con su propio pistón y equipo de toma de energía.

**Columnas de agua oscilantes (CAO)**

5 Estos dispositivos generan, en un eje cilíndrico, electricidad procedente de la elevación y caída del agua llevada por las olas. La columna de agua ascendente y descendente hace entrar y salir aire de la parte superior del eje, suministrando energía a una turbina movida por aire.

**Dispositivos de sobretensión ondulatoria o focalización (descollamiento)**

10 Estos dispositivos de la línea de costa, también llamados sistemas “de canal cónico”, se basan en una estructura instalada en la costa para canalizar y concentrar las olas, conduciéndolas a un depósito elevado. El flujo de agua de este depósito se usa para generar electricidad, usando tecnologías hidroeléctricas normalizadas.

**Convertidores de contorno de bisagra**

15 Es un sistema de boyas consistente de cilindros de acero tubular, unidos entre sí por bisagras capaces de interactuar con una zona oceánica muy grande, a lo largo de su longitud. La fuerza que las olas ejercen al mover cada segmento en relación con sus partes colindantes es capturada por pisonos hidráulicos que presionan líquido hacia los acumuladores, que, a su vez, suministran energía a una cantidad de generadores.

20 Se hace también referencia a la patente estadounidense nº 4.672.222, que proporciona un dispositivo para producir electricidad del movimiento de olas en un cuerpo de agua que comprende un sistema auto estabilizado y nodularmente extensible de indicadores de punto independientemente operativos con transmisión de energía y generadores eléctricos respectivos.

25 La solicitud soviética 1129407 describe un convertidor de energía undimotriz que comprende una tubería flexible, y un dispositivo de entrada, donde la tubería flexible sigue una forma de ola y flota en la superficie de las olas y la entrada está unida a la tubería flexible, estando el dispositivo en su conjunto sujeto y dando hacia las olas entrantes.

30 La solicitud rusa 2004837 hace referencia a un ingenio de energía hidráulica y puede ser usado en plantas de propulsión undimotriz. El equipo regulador de la instalación de energía undimotriz está conectado a un convertidor y contiene una tubería elástica flotante a la que se fijan válvulas de control. La sección inicial de la tubería está dotada de tanques de lastrado, mientras que las válvulas de control están ubicadas de manera uniforme a lo largo de la tubería.

35 El sistema de energía undimotriz descrito en la patente británica 2024957 consiste en una cantidad de tuberías/conductos dispuestos horizontalmente y unidos de forma flexible a un flotador similar a una balsa, que proporciona la flotabilidad requerida. Las tuberías están provistas con válvulas unidireccionales de entrada y salida.

40 De forma similar, la solicitud PCT 84/00583 divulga un procedimiento de utilización de la energía en las olas de la superficie en un cuerpo de líquido por medio de un dispositivo que comprende tuberías flexibles alargadas provistas de válvulas sin retorno.

45 Por tanto, se ha sentido desde hace largo tiempo la necesidad de desarrollar tal convertidor de energía undimotriz, que supera las desventajas del estado de la técnica y se consigue energía de un tipo más económico por un procedimiento y un dispositivo más sencillos.

50 La presente invención es nada similar al resto de los sistemas del estado de la técnica. Su singularidad reside principalmente en su principio de operación, que, a diferencia del resto de los sistemas de CEU del estado de la técnica, que captan predominantemente energía de las ondulaciones de olas en el eje vertical u oleaje, el Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente de la presente invención extrae energía de la propagación de olas en el plano horizontal.

55 Además, y principalmente, el Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente no tiene componentes que contacten y partes móviles, aparte de la/s propia/s tubería/s flexible/s. Así, el Transformador de Energía de Olas que Floten Libremente es de un diseño, construcción, y operatividad muy sencillos, y fácil de mantener.

**RESUMEN DE LA INVENCION**

60 El Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente de la presente invención, de acuerdo con las características de la reivindicación 1, consiste básicamente de tuberías flexibles que flotan sobre olas oceánicas y convierten el movimiento de ola horizontal o progresivo en energía cinética, por el bombeo o empuje de aire y agua a través de las “Tuberías Flexibles”, que puede ser utilizado para hacer funcionar generadores de hidroelectricidad convencional o bombear agua oceánica a depósitos, etc.

65

5 El Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente de la presente invención consiste esencialmente de una "Tubería Flexible", normalmente boyante, de una longitud adecuada, o un conjunto de las mismas, que flota en la superficie oceánica y se adapta a la forma de la ola, sujeto de forma adecuada de tal manera que se mantenga la parte anterior y el eje de popa normalmente perpendiculares a la dirección de las olas. El dispositivo funciona por el uso de las olas que avanzan (progresión de olas) para empujar golpes de agua y de aire independientes a lo largo de la longitud de la tubería, haciendo, por tanto, presión hasta que sea suficientemente alta como para poner en marcha una turbina o bombear agua oceánica a depósitos, etc. Diversas tuberías así podrían ser agrupadas, en serie y/o paralelo, para crear un sistema de energía undimotriz.

10 De acuerdo con la presente invención, la energía se extrae de la propagación de olas en el plano horizontal mientras que en el estado de la técnica los sistemas CEU captan energía predominantemente de las ondulaciones de las olas u oleaje, casi todas en el eje vertical.

15 De acuerdo con la presente invención el agua y el aire entran / son succionados en el interior de la "tubería flexible" a través de la "entrada" y el agua se agrupa en los valles debajo del agua y del aire aprisionados en las crestas de arriba, en distintos "segmentos", todo a lo largo de la longitud de la tubería. Cuando las olas se propagan a lo largo de la longitud de la tubería, todas las partes articuladas siguen el movimiento de las olas, con cada "segmento" moviéndose a lo largo de la ola correspondiente. Se crea así un flujo continuo de agua y aire.

20 Sin embargo, lo anterior es cierto sólo cuando el agua en la tubería se divide en diferentes segmentos, estando el agua y el aire en los senos y crestas, respectivamente. Además, ni la presión ni el flujo pueden desarrollarse en la tubería. Por tanto, la "tubería flexible" puede ser designada como una bomba de olas de desplazamiento no positivo.

25 Si se aplica alguna resistencia en la salida, el agua en los valles será empujada sobre las pendientes de las crestas anteriores, incrementando, en consecuencia, la presión en la tubería. Si la presión trasera excede de la presión total delantera, el sistema se atasca. La presión es más alta en la salida, y va reduciendo progresivamente en la tubería, hasta que se hace negativa cerca de la entrada, así el agua/aire es succionado según progresan las olas.

30 Una entrada en un dispositivo flotable, unido de forma flexible al cuello de la "Tubería Flexible" por medio de una "Tubería no Flexible", mantenida a flote por medio de una multitud de depósitos de flotación, flexibles o no, con o sin provisión para el control de dicha flotabilidad, bien individual o colectivamente, de tal forma que se proporcione la flotabilidad deseable e incluso finalizando la operación al hundir o hacer flotar completamente el dispositivo.

35 Las funciones de entrada para comunicar alguna energía cinética al golpe de agua en el momento de inicio en "cero" y, consecuentemente, para ingerir una cantidad/volumen gradual de aire y agua, de forma simultánea a las olas.

40 En el caso de inclemencias en el tiempo atmosférico de las olas, las funciones de entrada se limitan a la ingestión del agua necesaria para hundir la tubería flexible o la multitud de las mismas, momento en el que el flujo se detiene. O, cuando es necesario, se limitan a la ingestión de aire necesario para que la tubería flote completamente, momento en el que el flujo se detiene.

45 La "salida" es una tubería rígida o un acoplamiento en el extremo de la "tubería flexible" que podría ser ulteriormente conectada a un generador hidroeléctrico convencional o a un depósito, por medio de una "cámara de presión". En ubicaciones próximas a la costa, donde se esperan olas brillantes, pueden unirse longitudes adicionales de "tuberías rígidas" a la Salida para transportar el flujo líquido a la turbina-generador o al depósito.

Permaneciendo constante el resto de las condiciones, un incremento en el número y longitud de tuberías flexibles, reforzará el volumen del flujo y la presión, respectivamente.

50 En ubicaciones cercanas a la costa, donde se esperan olas brillantes, pueden unirse longitudes adicionales de "tuberías rígidas" a la "tubería flexible" para transportar el flujo líquido al alojamiento del generador / a la turbina o a cualquier otro convertidor de energía o a un depósito.

55 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 muestra el principio de la presente invención.

60 La Figura 2 es una impresión artística del Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente y

La Figura 2 (b) describe una realización preferente.

La Figura 3 muestra golpes de aire y agua, debajo, en una tubería flexible durante el desuso y condiciones de presión de flujo.

65 La Figura 4 muestra una típica entrada.

La Figura 5 muestra la entrada con control de flotabilidad.

La Figura 6 muestra la entrada con depósito y control de flotabilidad inflable.

La Figura 7 muestra la entrada con una diversidad de tanques de lastre y control de flotabilidad inflables.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

Serán descritas *infra* realizaciones de la presente invención con referencia específica a los dibujos que se acompañan.

Un buen ejemplo de la "Tubería Flexible" CEU es en la práctica del surf. Cuando un surfista alcanza una ola, ésta le sigue, pero no lo hace el agua. En otro ejemplo, digamos, si una hoja delgada y flexible de material impermeable se extiende sobre una sucesión de olas y se derrama algo de agua sobre la misma, el agua se agrupará inmediatamente en los valles y empezará a fluir con las olas. Ahora, en lugar de la hoja *supra*, usemos un tubo flexible hueco, como se describe en el párrafo *infra*:

Quando el Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente está en desuso, esto es, sin carga aplicada en la salida, los golpes de agua permanecen en el valle de las olas a medida que avanza. Mientras, bajo carga operativa, los golpes de agua empujan hacia arriba la cresta de la ola precedente a lo largo de toda la Tubería Flexible. Este aspecto ha sido ilustrado en las Figuras 1 (a) y (b), respectivamente.

La Figura 1 de los dibujos que se acompañan ilustra el comportamiento del segmento de aire y agua en una disposición de tubería flexible. Para una fácil comprensión, hemos partido de las olas como curvas regulares, tales como tubos "U" / manómetros conectados en serie (101). Asumamos también que, inicialmente, se rellenan uniformemente con agua todos los segmentos de los valles de la tubería (102), estando atrapado aire en los segmentos de cresta (103). Se puede ver que, en cuanto todos los segmentos están unidos en series, cualquier fuerza aplicada en cualquier punto de la tubería será transmitida por toda la longitud de la tubería. Así, si se aplica una presión neumática en un extremo de la tubería (104), "empujará" todos los segmentos de agua hacia arriba de la inclinación de la cresta de la ola correspondiente (105). En otras palabras, se creará una presión estática, que será igual a la suma total de todos los desplazamientos de altura de los segmentos de agua.

Por ejemplo, si hay 3 olas de 1 metro de altura cada una (desplazamiento de agua en cada segmento), siendo la punta acumulativa de 3 metros (máx.) (que, en teoría, puede ser incrementada hasta el infinito).

Ahora, en lugar del experimento *supra*, si consideramos una sucesión de olas, ocurrirá lo contrario; esto es, que la presión será generada y los segmentos de agua/aire comenzarán a fluir en la tubería a lo largo de la sucesión de olas. La invención explota esta característica del movimiento de las olas.

La energía que puede ser generada por una tubería puede ser calculada por:  $P/1=0.55 Hc^2 \times Ts$  por unidad de longitud de la cresta, siendo  $Hc$  la altura de la ola significativa y  $Ts$  el período de la ola. Esta es la energía total por longitud de la ola y, a medida que esta energía es extraída de la superficie, la energía que está debajo de la ola se elevará para reemplazarla, hasta que casi toda la energía que existía por encima y por debajo de la ola es extraída de forma progresiva. En consecuencia, la energía máxima que la "tubería flexible" puede extraer será toda aquella a lo largo de su longitud – mucho más que por un "indicador de punto".

Durante las condiciones normales de operatividad, la Tubería Flexible puede ser fabricada para flotar con la parte de las crestas que permanece por encima de la superficie del agua y con los valles que van por debajo de la misma. Al hacerlo así, la altura efectiva de la ola puede ser incrementada desde la ordinaria hasta la que puede ser asumida por la Tubería Flexible. Esto también ayuda cuando las alturas de la ola ordinaria se incrementan. La Tubería Flexible absorbe el repunte.

La Figura 2 muestra una impresión artística del Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente que describe la disposición que representa las olas moviéndose hacia la costa (202), olas reflejadas cerca de la costa (zona de "turbulencias") (203), multiplicidad de "Tubería Flexible" – "Aire-Agua" – "Entrada" (204-205), respectivamente, unida además al colector (206), además de a la "tubería rígida" en la zona de "turbulencias" (207), finalizando en la "Cámara de Presión Aire-Agua" (208), con la conducción por cañerías de "Aire" y "Agua" (209) unida a los generadores (210) y descripción de los amarres (211), "soportes de tubería rígida" (212), tubería de drenaje (213) y batería de red (214).

La Figura 2 (b) es una vista ampliada de la realización preferida, comprendiendo, en esencia, la "Tubería Flexible", Entrada (204-205) y Salida (215), la salida puede ulteriormente estar unida a los otros componentes.

La Figura 3 de la presente invención muestra una tubería flexible flotando sobre las olas (301), con golpes de agua y aire en un flujo sostenido (302, 303). Un depósito/tanque de agua situado en una elevación hacia el lado de la salida

del flujo representando la extensión de la presión estática sobre el flujo (304), siendo la dirección del movimiento de la ola de izquierda a derecha (305). Sin presión posterior (sin agua en el tanque) los golpes de agua permanecen en los valles (302) y con agua el tanque, los golpes son empujados hacia arriba de las crestas de ola precedentes (306, 307).

Es preferible que los golpes de aire y agua sean ingeridos de forma apropiada para las condiciones de operación. Así, en cada fase de la ola, el agua y el aire son ingeridos de forma alternativa desde el valle a la cresta y viceversa, respectivamente. Esto no plantea ningún problema si la carga es o bien reducida o bien modificada durante la operación.

De forma incidental, con la posibilidad *supra*, podríamos calificar al Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente como un "Indicador Lineal" tipo en contraposición al "Indicador de Punto".

La masa de agua sobre la superficie oceánica no se mueve con las olas, sólo lo hace la forma de la ola. Además, las olas oceánicas poseen dos tipos de energía – la cinética y la potencial. La primera es por virtud de la progresión horizontal de la forma de ola y la posterior debida al movimiento de ondulación o la diferencia de altura entre la cresta y valle de la ola, por un lado, y la altura de la ola, por otro. En cuanto el agua en el interior de la tubería flexible fluye a la velocidad de la ola y en fase con las olas, en el momento del arranque inicial, la entrada debe ingerir y acelerar golpes de agua de la velocidad relativa "cero" inicial hasta alcanzar la de las olas, ambas al momento adecuado y en el transcurso de un período de tiempo muy breve (menos del de una media ola). Esto se consigue al hacer uso, bien de uno o bien ambos tipos de la energía de ola mencionada *supra*.

El Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente de la presente invención es el único CEU que tienen una capacidad de supervivencia inherente. Durante un clima de ola severo, las "Tuberías Flexibles" pueden ser simplemente sumergidas con la ingesta única de agua (sin aire). En cuanto las tuberías estarán fabricadas esencialmente de gravedad específica (GE) más alta que la del agua, se hundirán cuando estén predominantemente llenos de agua. Para hacerlos ascender de nuevo, se usaría la presión neumática que estará normalmente disponible en la "cámara de presión" para depurar el agua de las tuberías. Cuando las tuberías vuelven a la superficie, el sistema estará en un "estado de inicio cero" (sin agua en las tuberías).

Antes de comenzar la operación (flujo), la tubería flexible y el ensamblaje de entrada tienen que estar vacíos; de otra forma, la inercia del agua ya recogida en la Tubería Flexible impediría el inicio a velocidad cero. Durante la operación, las fases o el ritmo de la toma de aire y agua pueden ser ajustados o reglados por la alteración del lastre. En ambos casos *supra*, sólo se ingiere agua para hundir la tubería flexible. Esto se consigue al desinflar completamente los tanques flexibles o inundar los tanques inflexibles de la entrada, según corresponda. Para parar, el flujo del lastre del tanque de lastre de entrada se incrementa hasta un grado en el que la boca de la entrada no puede tragar las olas. Así, sólo se ingiere "aire" y, finalmente, el flujo se detiene.

De forma alternativa, el lastrado de los tanques individuales puede ser modificado de tal forma que el dispositivo se inclina bien hacia adelante, bien hacia atrás, permitiendo, por tanto, el ajuste del ritmo de ingestión de agua / aire e, incluso, impidiendo del todo que la boca de la Tubería Inflexible ingiera agua. En consecuencia, el flujo se detendrá una vez que todos los golpes de agua fluyan al exterior. El flujo no debe ser detenido por interrupción del flujo hacia el interior o hacia el exterior. Si se recurriera a ello, se podría dañar seriamente las tuberías. El dispositivo no necesita esencialmente tener ningún componente móvil o de contacto. Cualesquiera dispositivos de control que se necesiten se ubican preferentemente en la costa. Todos los componentes del dispositivo *supra* están fabricados con los materiales y dimensiones apropiadas.

En los párrafos siguientes se discuten ciertos principios de diseño para conseguir los resultados que se desean.

La realización básica en la Figura 4 muestra la cavidad como una Tubería Inflexible solitaria que sobresale suficientemente delante del tanque de lastre (401) que, normalmente, flota sobre la superficie del agua, a través de cuya boca (402) entran tanto aire como agua y cuya salida (403) está unida fijamente con la tubería flexible (404). Además, el dispositivo, general y adicionalmente, consiste de una vara de suspensión (405) con lastre (406), incluyendo el amarradero y la cuerda de amarre, todos ellos suspendidos en forma vertical por debajo con el peso total y el fulcro así creados proporcionando y fortaleciendo la estabilidad del ensamblaje, especialmente en el eje vertical, con objeto de minimizar el movimiento de alejamiento del ensamblaje alrededor de su eje lateral. Además, con objeto de minimizar el par de torsión que se crearía por el brazo momentáneo formado debido a la distancia entre el centro de presión (CP) y el centro de gravedad (CG), siendo mantenidos ambos concéntricos o lo más cercanamente posible a ello. La tubería flexible, que arrastra el dispositivo, proporciona la estabilidad direccional. Por tanto, permanece casi en posición vertical y correctamente alineado cuando flota por encima y por debajo de las olas.

Generalmente, la entrada da a las olas que entran (410). La Tubería inflexible se proyecta suficientemente delante del ensamblaje principal (como una pistola de la torreta de un tanque) y está fabricada para flotar a una altura apropiada por encima del nivel inmóvil del agua, por ajuste del lastrado. En consecuencia, entra cerca del valle (411) y existe en la cresta (412) de las olas cuando pasan (para explicar la secuencia, la ola del dibujo es mostrada como

estática mientras que la entrada se muestra en tres posiciones, moviéndose de derecha a izquierda). Cuando una ola golpea la boca de la Tubería inflexible, el agua que entra está separada del cuerpo principal de agua, mientras que continúa moviéndose a través suyo a la misma velocidad de ola. La fase acuática comienza desde el valle de una ola entrante (413) y dura hasta su cresta y la fase de aire dura desde ese punto hasta el próximo valle (414). Así, alternando la toma de golpes de agua y aire se sincroniza, de forma adecuada, con las olas.

El dispositivo *supra* no tiene dispositivos de control, pero puede funcionar bajo condiciones climáticas de ola adecuadas, con una eficiencia y fiabilidad medias.

En otra realización, se añade al ensamblaje *supra* una provisión para el control y regulación del lastrado, por lo que el tiempo y volumen de la ingestión pueden ser controlados hasta un cierto punto, además de hacer posible el sumergir el dispositivo / sistema en circunstancias de mal tiempo atmosférico o detener las operaciones por la interrupción de la toma de agua y hacer flotar completamente las tuberías flexibles. La modificación se describe en detalle *infra*.

La Figura 5 ilustra la realización *supra* que comprende un dispositivo de entrada (501), teniendo el tanque de lastre (502) un conducto neumático (506), unido a través de una manga (505) a la cámara de presión con dispositivos de control ubicados preferiblemente en la misma, para variar la presión neumática en el tanque de lastre. Por la variación de la presión neumática en el tanque de lastre, se empuja agua hacia dentro/fuera a través de un tubo de aspiración de agua (507), estando el extremo superior del mismo unido fijamente a la parte inferior del tanque de lastre y abriéndose el extremo inferior en el mar de debajo, variando en consecuencia la flotabilidad de la entrada, controlando, en consecuencia, el tiempo y volumen de la toma de agua. El resto de las disposiciones de esta realización permanecen similares a las descritas en la Figura 4 *supra*.

En otra realización ilustrada por la Figura 6, el tanque de lastre (602) es inflable y está directamente unido con la manga neumática (605) como se indica *supra*, pero sin el conducto de aire ni el tubo de aspiración de agua (siendo similares el resto de disposiciones a la realización previa descrita en el párrafo *supra*). Como se puede apreciar, la flotabilidad puede ser variada por inflar y desinflar el tanque de lastre inflable.

En otra realización ilustrada por la Figura 7, dos o más tanques de lastre (702), unidos de forma individual, en grupos o conjuntamente por medio de mangas respectivas (705 y 706), con la “cámara de presión”, que normalmente está situada en la costa, estando generalmente instalados los dispositivos de presión neumática y de control y conmutación en la cámara de presión, estando adecuadamente dispuestos los tanques de lastre variables en el dispositivo de entrada, con lo que el ángulo de rotación alrededor del eje lateral del dispositivo de entrada y su flotabilidad pueden ser controlados.

Los tanques de lastre variable inflables podrían tener forma de buñuelos, como se muestra en el diagrama, forma esférica o cualquier otra forma adecuada como en la Figura 6 y su principio operacional es también similar.

En la realización *supra*, se usa una multitud de tanques de lastre rígidos similares en su constitución al explicado en la Figura 5 *supra* en lugar de los tanques de lastre flexibles.

#### **Ventajas de la presente invención:**

De lo anterior, podría apreciarse que el Transformador de Energía de Olas que Flotan Libremente ofrece varias ventajas sobre los sistemas de conversión de energía undimotriz del estado de la técnica. Estas son como sigue:

- El más simple concepto de CEU, no comprensivo de partes que contacten.
- Menos coste por Kw (sólo las tuberías flexibles absorben la energía de ola).
- Utiliza componentes y subsistemas que están disponibles de forma inmediata (sólo se necesita seleccionar los componentes más adecuados)
- Las tecnologías usadas están muy desarrolladas (predominantemente tecnología de construcción, sólo un mínimo de tecnología punta).
- Tiene un factor de supervivencia muy elevado bajo situaciones de tormenta (se sumerge, como un submarino).
- Posible despliegue a gran escala, en un tiempo breve, utilizando recursos locales.
- Altamente competitivo en cuanto a costes de diseño y desarrollo, capital, organización y métodos y producción, etc., en comparación con los sistemas de CEU del estado de la técnica y siendo comparable con los sistemas convencionales de generación de electricidad.
- Muy fácil de instalar, desinstalar y mantener. Solamente las “tuberías flexibles” y las tuberías rígidas son para su instalación en el océano, y, siendo de un peso muy ligero, pueden llevarse a cabo estas operaciones incluso a gran escala, con la ayuda de buques normalizados y de su tripulación.
- Sistema convencional de amarre.
- El concepto es bastante simple. No está prevista una I + D implícita, lo que significa un rápido seguimiento – evaluación de concepto y prueba de prototipo hasta su desarrollo comercial.
- No supone una amenaza para la vida marina – es amigo del medio ambiente.

- La invención es técnicamente factible y comercialmente viable.



**REIVINDICACIONES**

1. Un convertidor de energía undimotriz que comprende:

- 5                               - Una tubería flexible (204, 301 ó 404) extendiéndose entre un extremo de entrada (205) y un extremo de salida (215); y

Caracterizado porque el convertidor de energía undimotriz comprende

- 10                           - Una tubería de entrada rígida (205) con un extremo de entrada abierto y un extremo de salida (403) unido en comunicación fluida con dicho extremo de entrada de dicha tubería flexible; y
- Un tanque de lastre (401, 502, 602 ó 702) unido a dicha tubería de entrada para mantener a flote y/o mover adelante y atrás dicha tubería de entrada en un cuerpo de agua; y

15                   En donde la entrada ingiere, de forma gradual, golpes de aire y agua hacia el interior de la tubería flexible, al unísono con las olas y en donde el convertidor es sujeto de forma adecuada para mantener el eje, de popa a proa, normalmente perpendicular a la dirección de las olas.

20                   2. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 incluyendo un tubo de aspiración de agua (507) con un extremo superior unido en comunicación fluida con la parte inferior del interior de dicho tanque de lastre y un extremo inferior que se abre en el interior del cuerpo de agua.

25                   3. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 2 incluyendo un conducto neumático (506) que tiene un extremo superior ubicado en la parte superior del interior de dicho tanque de lastre y una manga neumática (505) unida a dicho conducto neumático para modificar la presión neumática en el interior de dicho tanque de lastre.

30                   4. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 en donde dicho tanque de lastre es inflable y está unido a una fuente de presión neumática por medio de una manga neumática.

35                   5. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 incluyendo un generador para generar electricidad.

                         6. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 incluyendo al menos otro tanque de lastre unido a dicha tubería de entrada y medios para controlar la flotabilidad de dichos tanques de lastre por lo cual pueden ser controlados el tiempo y volumen de la ingestión de aire y agua.

40                   7. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 incluyendo una vara de suspensión (405) con un lastre (406) extendiéndose desde el fondo de dicho tanque de lastre para proporcionar estabilidad en un eje vertical.

45                   8. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 incluyendo una cámara de presión (208) unida en comunicación fluida con dicho extremo de salida de dicha tubería flexible.

50                   9. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 8 incluyendo una tubería rígida de salida (207) con un extremo de entrada unido en comunicación fluida con dicho extremo de salida de dicha tubería flexible y un extremo de salida unido en comunicación fluida con dicha cámara de presión, estando ubicada dicha tubería de salida en una zona de turbulencias cerca de una orilla del cuerpo de agua.

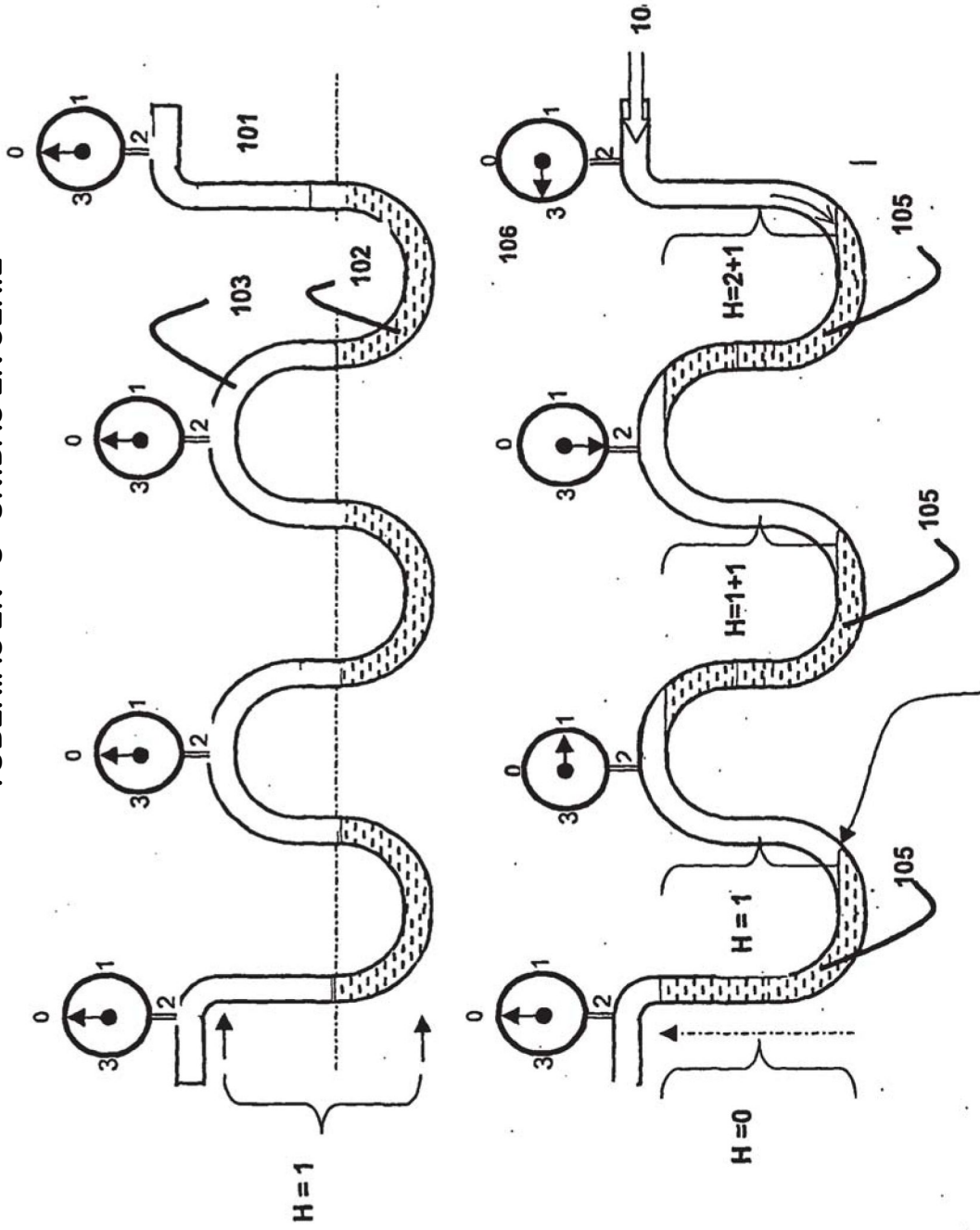
55                   10. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 1 comprendiendo:

- Una multitud de tuberías flexibles (204), cada una extendiéndose entre un extremo de entrada y un extremo de salida;
- 60                               - Una multitud de tuberías flexibles de entrada (205), teniendo cada uno de ellos un extremo de entrada abierta y un extremo de salida unido en comunicación fluida con dicho extremo de entrada de una tubería flexible asociada de entre las mencionadas;
- Una multitud de tanques de lastre (702) cada uno de ellos unido a una tubería de entrada asociada de entre las mencionadas para hacer flotar dichas tuberías de entrada en un cuerpo de agua; y

## ES 2 389 361 T3

- Un colector (206) unido en comunicación fluida con dicho extremo de salida de cada una de dichas tuberías flexibles.
- 5 11. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 10 incluyendo una tubería rígida de salida (207) con un extremo de entrada unido en comunicación fluida con dicho colector y un extremo de salida, estando ubicado dicha tubería de salida en una zona de turbulencias (203) cerca de una orilla del cuerpo de agua.
  - 10 12. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 10 incluyendo un generador (210) unido a dicho colector para generar electricidad.
  - 15 13. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con la reivindicación 10 incluyendo al menos otro tanque de lastre unido a cada una de dichas tuberías de entrada y medios para variar la flotabilidad de dichos tanques de lastre para ajustar las longitudes de los golpes alternos de agua y aire que penetran dichas tuberías de entrada.
  - 20 14. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 incluyendo una vara de suspensión (405) con un lastre (406) extendiéndose desde el fondo de dicho tanque de lastre para proporcionar estabilidad en un eje vertical.
  15. El convertidor de energía undimotriz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14 incluyendo una cámara de presión (208) unida en comunicación fluida con dicho colector para crear y hacer disponible presión neumática.

TUBERÍAS EN "U" UNIDAS EN SERIE



Nivel  
Mínimo  
de agua  
**FIG.1**

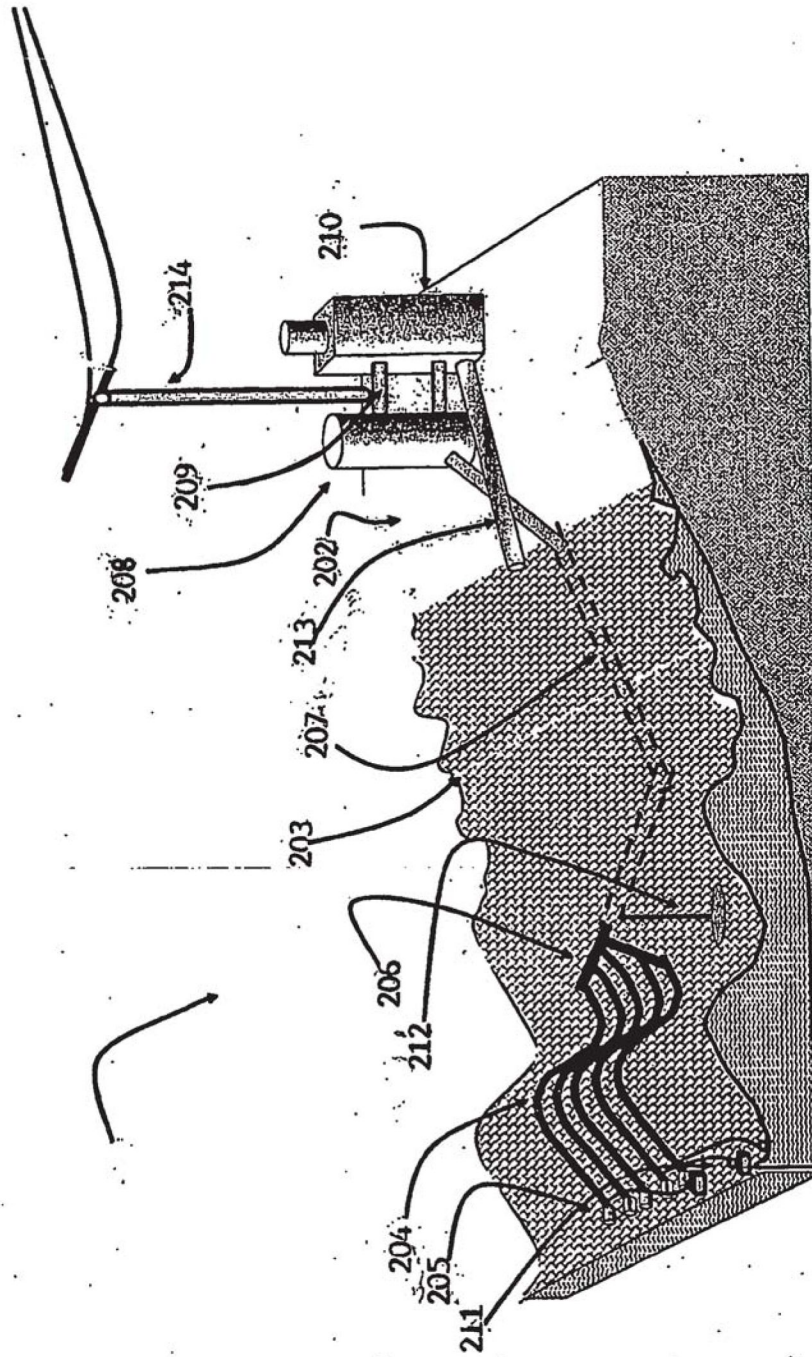


FIG.2

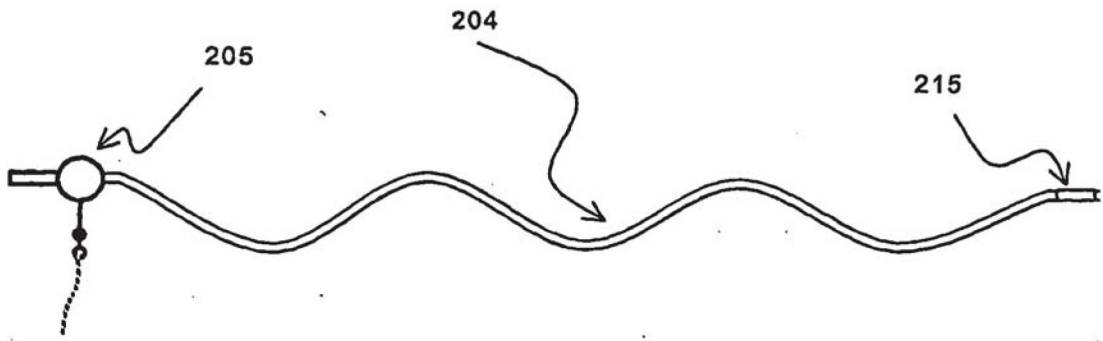


FIG. 2 (b) REALIZACIÓN PREFERIDA

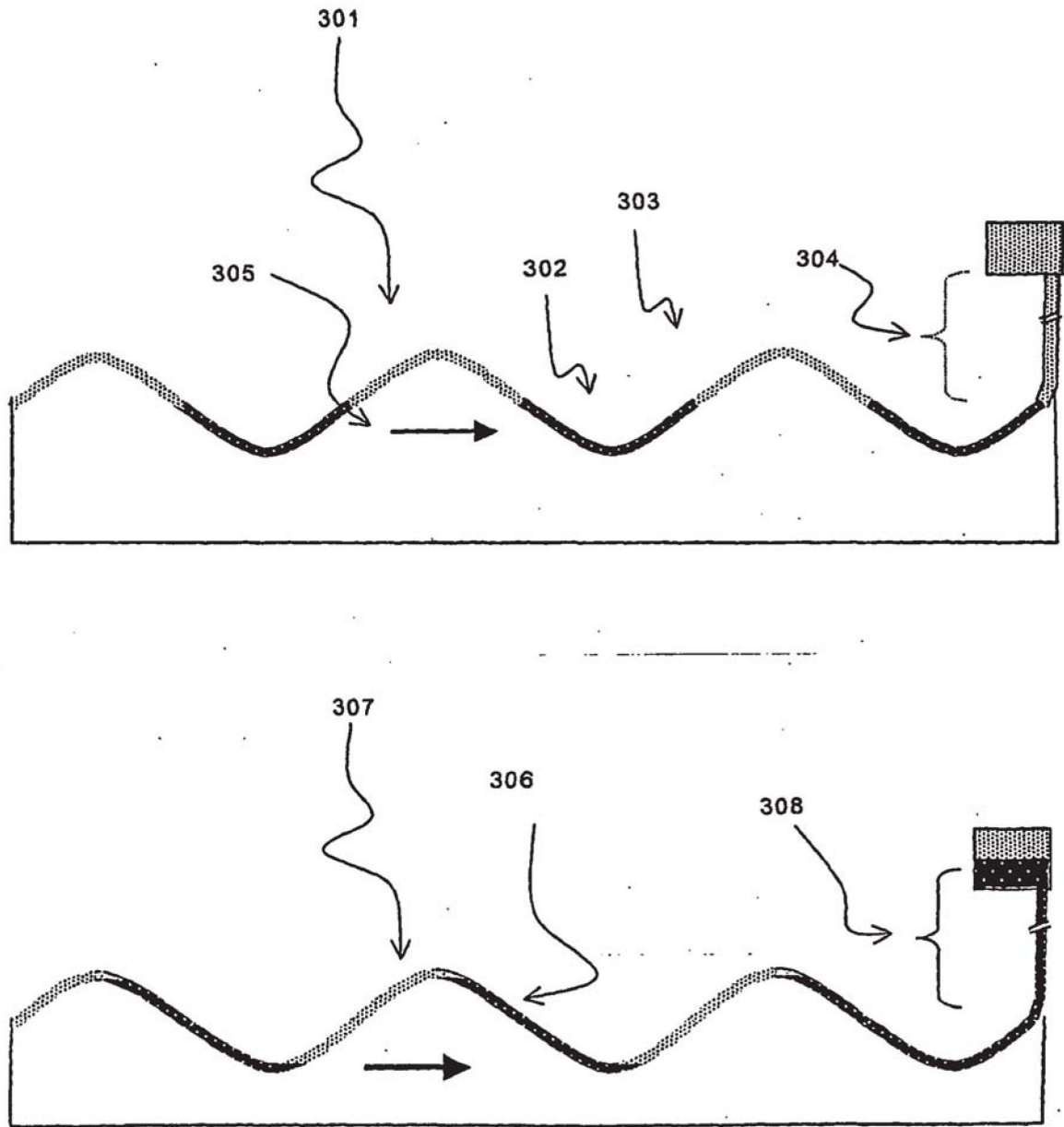


FIG. 3 "GOLPES BAJO PRESIÓN" DE LA TUBERÍA FLEXIBLE

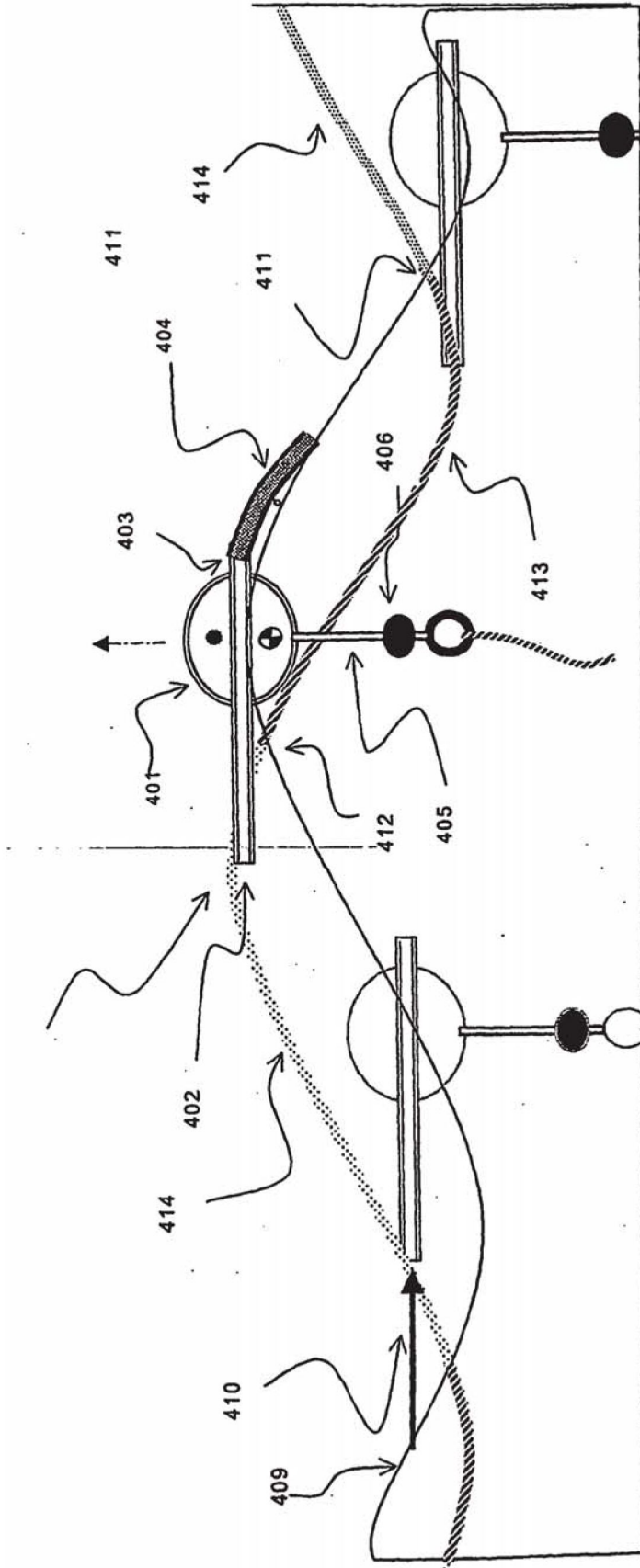


FIG. 4  
TUBO DE ENTRADA INDIVIDUAL TIPO

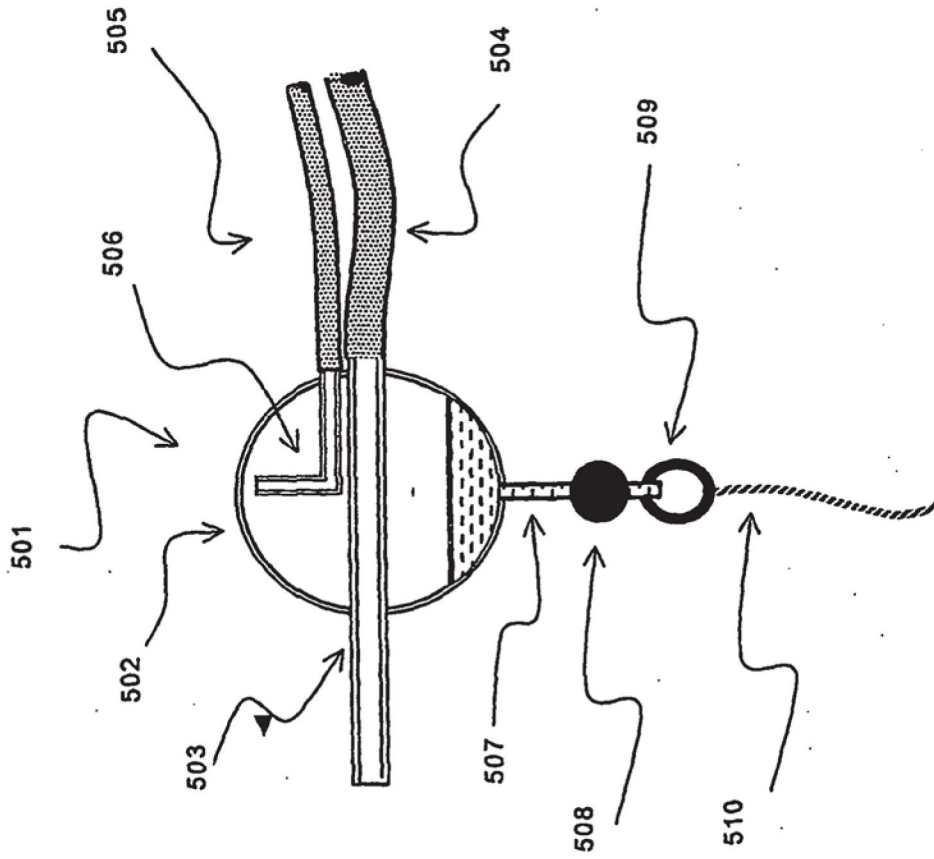
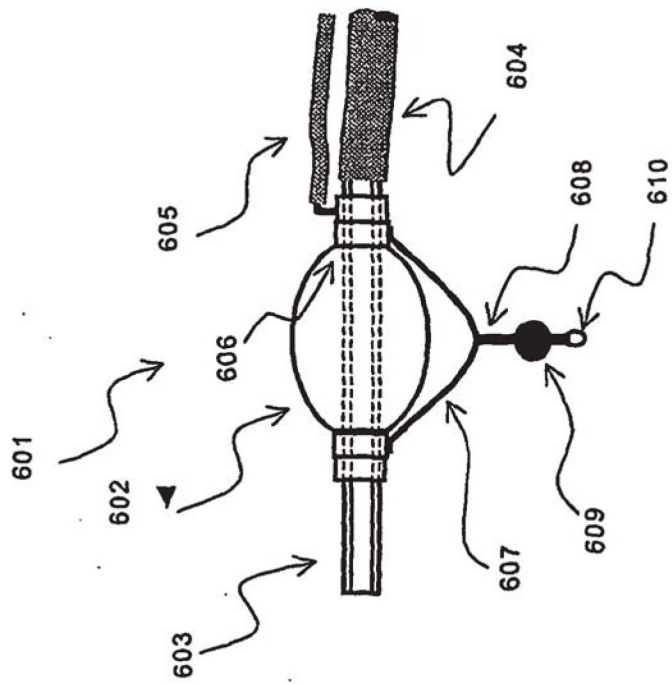


FIG. 5 - FLOTABILIDAD VARIABLE DE ENTRADA





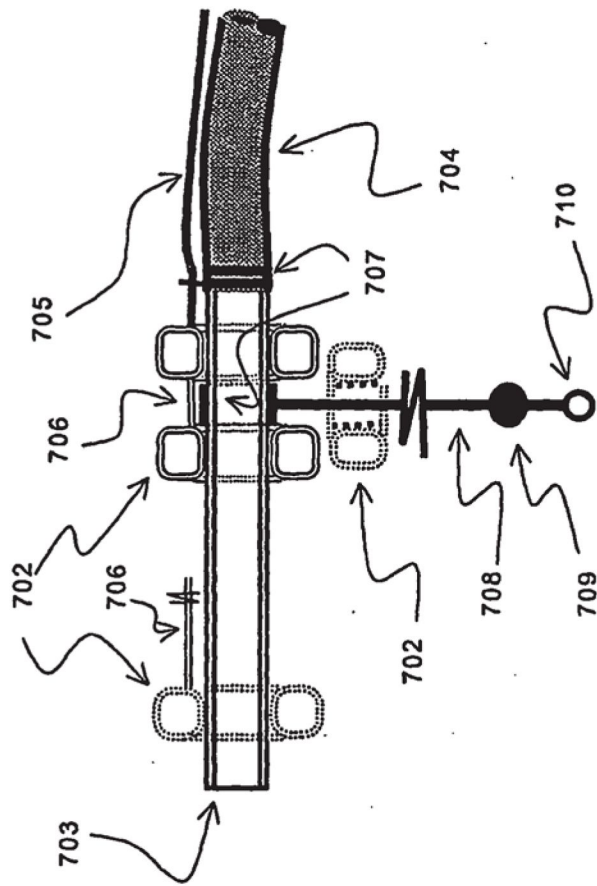


Fig. 7 ENTRADA - TANQUE DE LASTRE INFLABLE CON CONTROL