(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 523 693**

(51) Int. CI.:

F03B 13/14 (2006.01)
F03B 13/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2007 E 07765895 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2042728**

(54) Título: **Dispositivo flotante para el aprovechamiento de energía del oleaje por rebose lateral**

(30) Prioridad:

07.06.2006 ES 200601581

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2014

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (100.0%)
Edificio CACTUS-Campus Sur
15782 Santiago de Compostela, A Coruña, ES

(72) Inventor/es:

IGLESIAS RODRÍGUEZ, JOSÉ GREGORIO;
CARBALLO SÁNCHEZ, RODRIGO y
CASTRO PONTE, ALBERTE

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Dispositivo flotante para el aprovechamiento de energía del oleaje por rebose lateral.

La presente invención consiste en una estructura flotante formada por cascos convergentes en vista en planta y tiene un francobordo variable entre los que se propagan las olas. La convergencia de los contornos laterales produce un aumento progresivo de la altura de ola. Este hecho, junto con la disminución del francobordo de los cascos a partir de un determinado punto, propicia el rebose lateral de la masa de agua de la cresta de la ola, que es recogida en depósitos situados a distintas alturas (conforme a la reducción del francobordo) conectados a las correspondientes turbinas.

Estado de la técnica

En los últimos años se ha dado a conocer diversidad de dispositivos de generación de energía a partir del oleaje. Una clase de estos dispositivos está formada por los denominados dispositivos “de desbordamiento” que se caracterizan por aprovechar la ola en altura, existiendo diversas configuraciones para conseguir el incremento de dicha altura.

El primer sistema de este tipo es el conocido como TAPCHAN (1985). Estaba construido en roca y consistía básicamente en un canal convergente, de modo que se conseguía concentrar la ola, vertiéndose finalmente el agua en un embalse para mover una turbina. Pero la producción de este sistema se encuentra limitada por diversos motivos, entre ellos la necesidad de una carrera de marea pequeña.

A partir de este sistema costero inicial se diseñó otra serie de dispositivos flotantes denominados en ocasiones de forma genérica “Tapchans flotantes”, que se basan en el mismo principio de aprovechar la ola en altura para mover una turbina, diferenciándose esencialmente en la forma de conseguir dicha altura y de conducir el agua hacia los depósitos.

La mayor parte de estos dispositivos intentan conseguir una altura mayor por medio de una rampa, de forma que parte de la energía cinética de la ola se transforma en energía potencial, lográndose que la ola rebose la coronación de la rampa. Este diseño se ve condicionado, por un lado, por las limitaciones en altura de la ola producida, y por otro, por aprovechar el agua a un único nivel. A consecuencia de ello se reduce el volumen de agua captado y el rendimiento energético.

Diseños posteriores han intentado solventar en parte estos problemas con diferentes modificaciones. Para aumentar la altura de ola, existen dispositivos que emplean, o bien muros convergentes, que en ocasiones se sitúan sobre la propia rampa, como en las patentes DE19726504 y GB612175, o bien brazos convergentes (idea original del TAPCHAN) que enfocan la ola hacia ella. En cuanto al problema derivado de trabajar con un único nivel de almacenamiento, existen dispositivos que utilizan depósitos a distintos niveles en los que se introduce la masa de agua a través de aberturas dispuestas a diferentes cotas en la rampa como en WO0071892. Esta entrada de agua en los depósitos tiene lugar en la fase de ascenso de la vena líquida por la rampa o en la fase de retorno de la misma, según la disposición de las aberturas.

A pesar de las mejoras realizadas en los dispositivos actuales, estos siguen padeciendo en gran parte dichas limitaciones, además de otras fundamentales ligadas con su comportamiento en condiciones de oleaje real.

El principal problema de comportamiento en estos dispositivos viene provocado por el uso de la rampa como única forma de recogida de la ola. Esta forma de recepción impone un diseño en donde la rampa se dispone de forma paralela al frente de ola para maximizar así la energía captada, lo que hace que la estructura posea poca eslora en relación a su manga. En situación de oleaje energético esta configuración conlleva movimientos importantes del dispositivo, en particular de alzada y de cabeceo, que reducen sustancialmente su eficacia energética.

Otros factores limitantes derivados de este diseño son los asociados a la dudosa supervivencia en condiciones extremas de oleaje a las que se verán sometidos los dispositivos, puesto que previsiblemente se ubicarán en áreas con climas oceánicos muy energéticos.

Finalmente es necesario hacer referencia a los elevados costes de fabricación al utilizar dichas rampas, teniendo en cuenta que el frente de onda actuará simultáneamente sobre toda la extensión de la rampa y ello con alturas de ola superiores a las que debe resistir un dique de abrigo, en razón a la mayor profundidad a la que se situaría el dispositivo de aprovechamiento de energía.

Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es proponer un sistema de aprovechamiento por **rebose lateral** a distintas alturas para resolver los inconvenientes explicados anteriormente comunes a los dispositivos “de desbordamiento” o “de rebose” de aprovechamiento de la energía del oleaje.

El sistema de invención consiste en un dispositivo flotante formado por cascos entre los que se propaga la ola. La separación entre los cascos no es constante, reduciéndose en dirección proa-popa, en el sentido de propagación de la onda. Esta convergencia en planta trae consigo un aumento de la altura de la cresta. Cuando ésta supera el francobordo (distancia vertical entre la línea de flotación y la borda) del costado interior de los cascos comienza a producirse el rebose lateral, en dirección sensiblemente perpendicular a la dirección de propagación. La pérdida de masa de agua debida a este rebose lateral lleva aparejada una reducción de altura de ola de la cresta que pondría fin al rebose, de no ser por la disminución progresiva del francobordo, en la dirección de propagación de la onda, a partir de un determinado punto del desarrollo longitudinal del casco, próximo a media eslora. Adicionalmente, la convergencia de los cascos coadyuva al mantenimiento del rebose lateral.

Dicho rebose lateral se produce sobre el costado interior de los cascos que poseen un perfil preferentemente recto, mientras que el perfil de los costados exteriores será curvo.

La masa de agua que rebasa las bordas es recogida en depósitos situados en los cascos en la zona sobre la que se produce dicho rebose, a diferentes niveles, conforme al francobordo del tramo de casco en el que recoge el rebose cada depósito. La zona de rebose abarca desde el punto de la eslora en que comienza a descender el francobordo hasta popa. Los depósitos se podrán extender longitudinalmente hacia la proa, en caso de ser necesario, con el fin de maximizar el volumen de agua captado.

Cada uno de estos depósitos descarga, a través de un conducto de impulsión, a una turbina cuya altura de trabajo está adaptada al nivel del correspondiente depósito. Con todo lo anterior se logra un mayor volumen de agua captado, dispuesto de forma gradual, además de un mejor rendimiento en las propias turbinas al tener un rango de altura de trabajo más estrecho, correspondiente a la variación de altura de agua almacenada en el depósito que impulsa.

Este diseño permite además trabajar de forma eficaz con una gran variedad de regímenes de ola, puesto que si la disponibilidad energética en un determinado estado de mar no es muy elevada, el rebose lateral no comenzará en el punto en que el francobordo del costado interior de los cascos empieza a descender. Este se producirá en un punto posterior, donde la altura de la cresta supere el francobordo de los contornos interiores, de forma que pueda ser aprovechada.

A pesar de esta mayor adaptabilidad al clima marítimo, en términos de volumen de agua captado, siempre existirá una parte de la ola que no consiga rebasar de esta forma la estructura.

A fin de captar esta parte de la ola, los cascos están unidos entre sí en su extremo aguas abajo (a popa), en el que su proximidad es mayor por efecto de la convergencia, por medio de una rampa de cierre. Esta se dispone preferentemente oblicua al frente de ola, con perfiles rectos o curvos y simetría respecto a un plano vertical por el eje longitudinal del dispositivo. De este modo, una parte de la masa de agua de la cresta que no ha sido recogida anteriormente se ve obligada a rebasar de forma lateral y frontal esta rampa de cierre y es recogida en el depósito o depósitos de popa (a menor nivel) de los cascos laterales.

En cualquier caso, y a diferencia de otros dispositivos, esta rampa de cierre se concibe como un elemento complementario, por lo que se halla sometida a solicitudes estructurales mucho menores que en aquellos dispositivos en que constituye el sistema principal de recogida de agua.

Los depósitos de recogida a popa, que recogen el agua a menor nivel, se podrán situar uno en cada casco, de forma independiente, en cuyo caso se dispondrá un deflector frontal que oriente hacia ellos el agua que remonte y rebose la rampa en su zona central. En caso de que se disponga un único depósito que abarque toda la popa, se prescindirá de dicho deflector.

El sistema divulgado se fundamenta en una recogida de agua repartida en el tiempo (a medida que avanza la ola) y en el espacio (a lo largo de los cascos), por oposición a los dispositivos de rebose existentes, en los que la recogida de la masa de agua tiene lugar de forma concentrada en el tiempo y en el espacio.

Para lograr esta recogida gradual de la masa de agua de la cresta, el sistema de recogida se orienta de forma sensiblemente paralela a la dirección de propagación de la onda, lo cual presenta ventajas estructurales - como se ha comentado - frente a otros dispositivos en los que se orienta perpendicularmente a dicha dirección. Esto además trae consigo la necesidad de una geometría de mayor desarrollo longitudinal (eslora) que en dichos sistemas, de forma que el presente dispositivo poseerá una relación eslora/manga del orden de embarcaciones tipo catamarán.

Por otro lado, este desarrollo longitudinal es necesario para que la convergencia de los cascos sea efectiva en aumentar la altura de la ola. En cualquier caso, la geometría de gran eslora redunda en una reducción de los movimientos bajo la acción del oleaje, en particular de cabeceo y alzada, que en otros sistemas rebajan notablemente el rendimiento energético.

Para realzar la eficacia del sistema, se permite regular la convergencia en planta de los cascos, esto es, la variación de la separación entre los mismos en su extremo más distal (proa), en función del estado de mar, mediante articulaciones, cables u otro tipo de mecanismo.

De acuerdo con uno de los objetivos de durabilidad, se dispone una rampa de cierre de conexión entre cascos móvil, de modo que pueda ser retirada en situaciones de temporal, pudiendo ser abatida por medio de articulaciones u otro mecanismo, preferentemente hacia el interior de los cascos. Esto, unido a una regulación no convergente de los cascos (cascosparalelos), permitirá en situaciones de temporal la circulación y salida de la ola a través del espacio entre ellos, al no existir ningún obstáculo, sin que se produzca un aumento de su altura inicial.

Para evitar interrupciones en la alimentación de las turbinas debidas a los movimientos del dispositivo bajo la acción del oleaje, los depósitos tendrán un soporte descendente hacia unos dispositivos sensiblemente cónicos, ubicados en su margen inferior. Estarán colocados en la parte superior de los conductos por donde se dirige la masa de agua a la turbina, conectando los depósitos de recogida y dichos conductos. De esta forma, actuaran a modo de “buffer”, asegurando el funcionamiento continuo de las turbinas.

El dispositivo posee además una serie de tanques de lastre en la zona de proa, cuyo contenido de agua se podrá variar, y por tanto la inclinación y francobordo del dispositivo en función del estado de mar.

El fondeo será preferentemente por un único punto, de forma que el dispositivo bornea para mantenerlo orientado a la dirección de incidencia del oleaje.

En el caso de que el dispositivo estuviese formado por tres cascos, se recogería el agua por rebose sobre ellos por el mismo principio que se ha explicado. En este caso, la masa de agua de la cresta de la ola rebasaría sobre el costado interior de los cascos exteriores, mientras que el rebose sobre el casco central se produciría sobre ambos costados, al ser los dos interiores.

El objetivo de la invención con todo lo anteriormente descrito es la recogida del máximo volumen de agua posible, principalmente por rebose lateral de la cresta de la ola, complementado posteriormente por remonte y rebose de la misma sobre una rampa de cierre. Se trabajará con distintos niveles de recogida, optimizando así tanto la altura a la que se almacena el agua como el rendimiento en las propias turbinas. La configuración de la estructura permitirá reducir los movimientos de cabeceo y alzada bajo la acción del oleaje, con los consiguientes beneficios para la recogida regular de agua en los depósitos. Asimismo dicha configuración asegura la supervivencia de la estructura en situaciones de temporal.

Descripción de los dibujos

La figura 1 representa una vista en perspectiva del conjunto del sistema de invención, formado por 2 cascos convergentes (1), que poseen un primer tramo con francobordo ascendente (2) y un segundo tramo, a partir de un determinado punto (3) de su eslora, de francobordo descendente (4). En este segundo tramo se produce el rebose lateral. En el extremo de popa se sitúa la rampa de cierre (8) de conexión entre ambos cascos. También se pueden observar los depósitos de recogida (5) situados en la zona de rebose; los dispositivos sensiblemente cónicos (11) de conexión entre los depósitos y los conductos de conexión de las turbinas.

La figura 2 representa una vista en planta superior del dispositivo, en donde se muestra la convergencia de los cascos (1) en dirección proa-popa; la rampa final de cierre (8) entre ambos cascos y los tanques de lastre (14) situados en la proa.

Las figura 3 representa el alzado posterior, visto de popa, en el que se muestra la disposición de los depósitos (5) situados sobre los cascos en la zona de rebose a distintos niveles, conforme al francobordo del tramo de casco en que recoge el rebose cada depósito; el dispositivo sensiblemente cónico (11) a modo de “amortiguador”; y la conexión a las correspondientes turbinas (6) mediante un depósito de impulsión (12).

La figura 4 es un alzado frontal, visto de proa, en donde se aprecia el contorno de los cascos, en los que a partir de un determinado punto (3) de su extensión (eslora) el francobordo desciende (4), propiciando el rebose lateral. Se puede observar también la rampa final de cierre (8) de conexión entre ambos cascos situada a popa, sobre la que se sitúa el deflector frontal (13) para orientar el agua hacia los depósitos de recogida a popa.

La figura 5 es una vista en planta, en donde se representa la regulación de la convergencia de los cascos (7) en función del estado de mar, hasta situación de no convergencia (cascos paralelos). También se muestra la rampa final de cierre (8) y su forma de abatimiento (9).

La figura 6 es un detalle de la fig. 5 relativo al modo de abatimiento (9) de la rampa final de cierre (8) hacia el interior de los cascos. Este abatimiento permite, unido a una regulación no convergente de los cascos, la propagación del frente de ola inalterado a lo largo del dispositivo.

La figura 7 representa una sección transversal de un casco por A-A’, en donde se puede observar la forma de recogida en depósitos (5) a distintos niveles; la pendiente del soporte (10) de dichos depósitos,

descendente hacia un dispositivo sensiblemente cónico (11) de conexión con el conducto de impulsión (12) de la turbina (6).

Las figuras 8 y 9 son un perfil longitudinal y una planta superior del fondeo por un solo punto (15).

La figura 10 es una vista en planta de un dispositivo formado por 3 cascos, en el que la masa de la cresta de la ola rebasa sobre el costado interior de los cascos exteriores y por ambos costados del casco central. También se puede observar la regulación de la convergencia de los cascos (7) en función del estado de mar.

La figura 11 es una vista en planta de un dispositivo, con un único depósito de recogida a popa (16), en cuyo caso se prescinde del deflector frontal.

Realización preferente de la invención

Una preferente realización de la invención estaría constituida por dos cascos (1) convergentes en planta, con una relación eslora/manga entre 5 y 7; costado exterior de los cascos de perfil curvo e interior recto, con francobordo (2) ascendente en un primer tramo de incremento de altura de ola y un segundo tramo, a partir de un determinado punto (3) próximo a la media eslora, de francobordo (4) descendente de forma gradual permitiendo el rebose lateral. La convergencia (7) de los cascos será regulable por medio de articulaciones situadas en la zona de popa, en función del estado de mar y hasta una configuración de no convergencia (cascos paralelos).

En la parte descendente de dichos cascos se disponen una serie de depósitos (5) de recogida situados a distintas alturas y conectados a sendas turbinas (6) a través de los correspondientes conductos (12) de impulsión.

Se dispondrá una rampa (8) de cierre de conexión entre ambos cascos en su extremo aguas abajo (popa), dispuesta de forma oblicua al frente de ola, con perfiles curvos, y simétrica respecto a un plano vertical por el eje longitudinal del dispositivo, que permitirá el remonte y rebose hacia los depósitos a popa de parte del agua que no consiguió rebasar lateralmente las bordas de los cascos con anterioridad. Se contará con un deflector (13) frontal para orientar hacia dichos depósitos de popa el agua que remonte la rampa en su zona central.

La rampa (9) final de cierre será abatible hacia el interior de los cascos por medio de articulaciones, lo que en situación de temporal permitirá la libre propagación de la onda, sin obstáculo alguno entre los cascos.

Los depósitos de recogida lateral poseen un soporte (10) descendente con ángulo en el sentido longitudinal del mismo orden que el de cabeceo de diseño, y en sentido transversal del mismo orden que el de balance de diseño. De esta forma se orienta el agua hacia el conducto (12) de impulsión de las turbinas, que poseen en su parte superior un dispositivo (11) sensiblemente cónico, de conexión con los depósitos, que actúa a modo de “buffer”.

En la proa de la estructura se dispondrá una serie de tanques (14) de lastre a fin de controlar la inclinación y el francobordo del dispositivo, variando el volumen de agua contenido en ellos.

El sistema bornea en torno a un único punto (15) de fondeo, de manera que se orienta por sí solo a la dirección de incidencia del oleaje.

Una vez descritas las características de una realización preferente se hace constar que en ningún caso el dispositivo quedará limitado a los detalles exactos de lo anteriormente descrito, sino que podrán ser introducidas todas las modificaciones que sean oportunas, sin alterar en cualquier caso las características esenciales de la invención y que a continuación se reivindican.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo flotante para el aprovechamiento de energía del oleaje por rebose lateral que comprende una estructura formada por cascos (1) convergentes en planta en dirección proa-popa, de francobordo variable, descendente (4) a partir de un determinado punto (3) próximo a la media eslora, produciéndose el **rebose lateral** sobre dichos cascos por la masa de agua de la cresta de la ola de forma sensiblemente perpendicular a sus costados interiores; unos depósitos (5) de recogida, situados sobre los cascos en la zona de rebose a distintos niveles conforme al francobordo del tramo de casco en el que cada depósito recoge el rebose, conectado cada uno a las correspondientes turbinas (6) por medio de conductos (12) de impulsión; una rampa (8) de cierre de conexión entre los cascos en su extremo aguas abajo (a popa); un deflector (13) frontal situado sobre la rampa de cierre en su punto medio; unos tanques (14) de lastre ubicados en la zona de proa de los cascos y un sistema de fondeo en un solo punto (15).

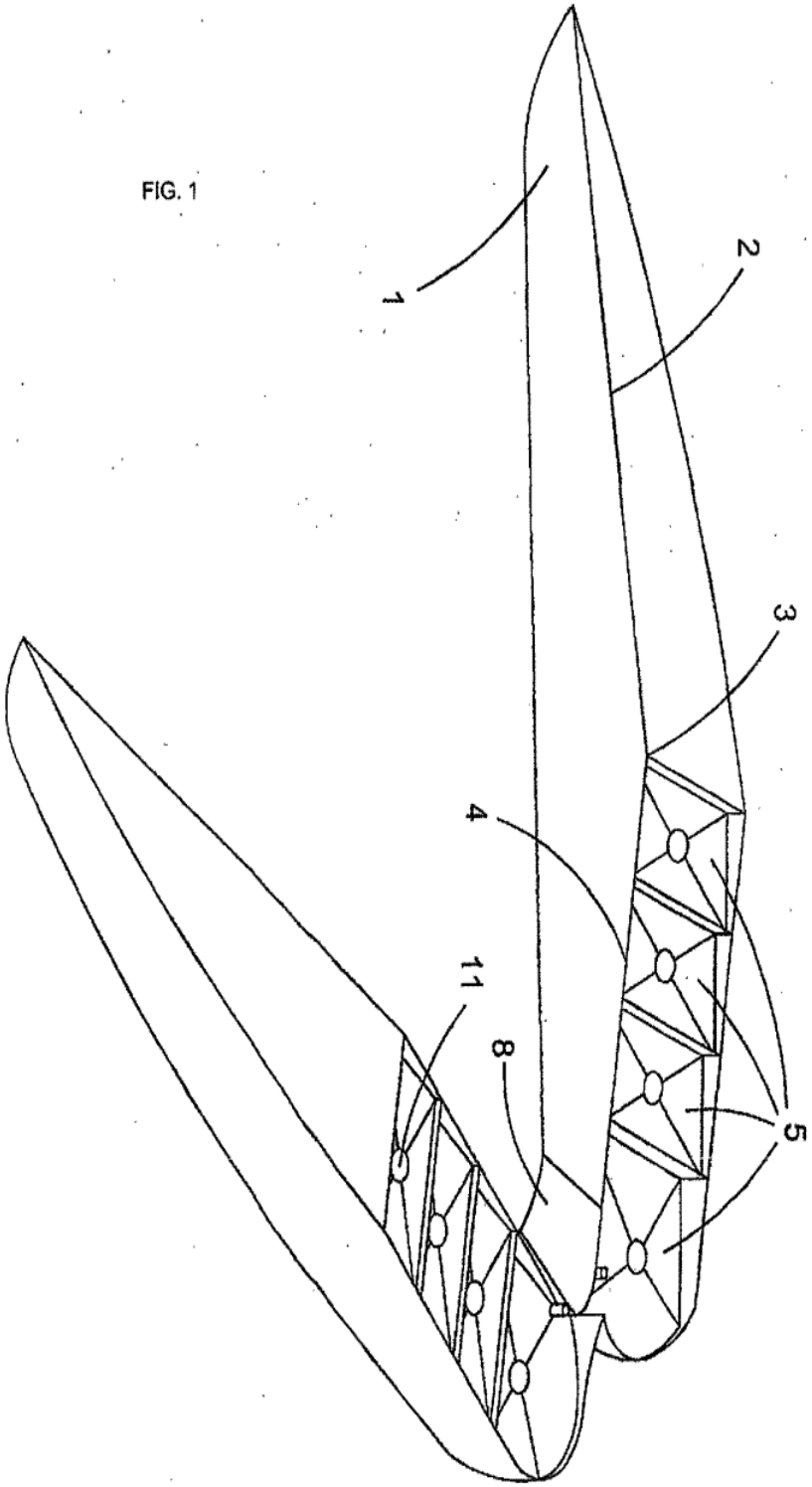
2. Dispositivo según la reivindicación 1, que produce el rebose lateral sobre el dispositivo formado preferentemente por 2, y alternativamente 3 cascos, con disposición convergente en vista en planta regulable (7) por medio de articulaciones, cables u otro mecanismo; con francobordo variable, disminuyendo gradualmente la altura de las bordas a partir de un determinado punto (3) de su eslora; con costados exteriores de perfil curvo e interiores preferentemente rectos.

3. Dispositivo que comprende depósitos de recogida lateral según la reivindicación 1, situados en la zona de rebose lateral, la cual abarca desde el punto de la eslora en que comienza a descender el francobordo hasta la popa, pudiendo extenderse longitudinalmente hacia la proa; que disponen de un soporte (10) descendente hacia un dispositivo (11) sensiblemente cónico de conexión entre el depósito y el conducto de impulsión de la turbina.

4. Dispositivo que comprende la rampa de cierre de conexión entre ambos cascos según la reivindicación 1, dispuesta preferentemente de forma oblicua al frente de ola, con perfiles rectos o curvos, simétrica respecto a un plano vertical por el eje longitudinal del dispositivo y abatible por medio de articulaciones u otro mecanismo hacia el interior de los cascos, sobre la que se produce el rebose lateral y frontal.

5. Dispositivo que comprende dispositivos de recogida a popa según las reivindicaciones 1, 3 y 4, para la recogida lateral y frontal de agua, de forma preferente uno en cada casco y alternativamente un único depósito (16) que abarca la popa de todos los cascos, en cuyo caso se prescinde del deflector frontal.

FIG. 1



FIIG. 3

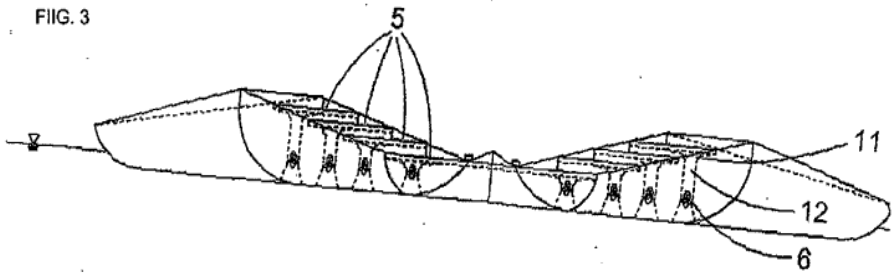


FIG. 2

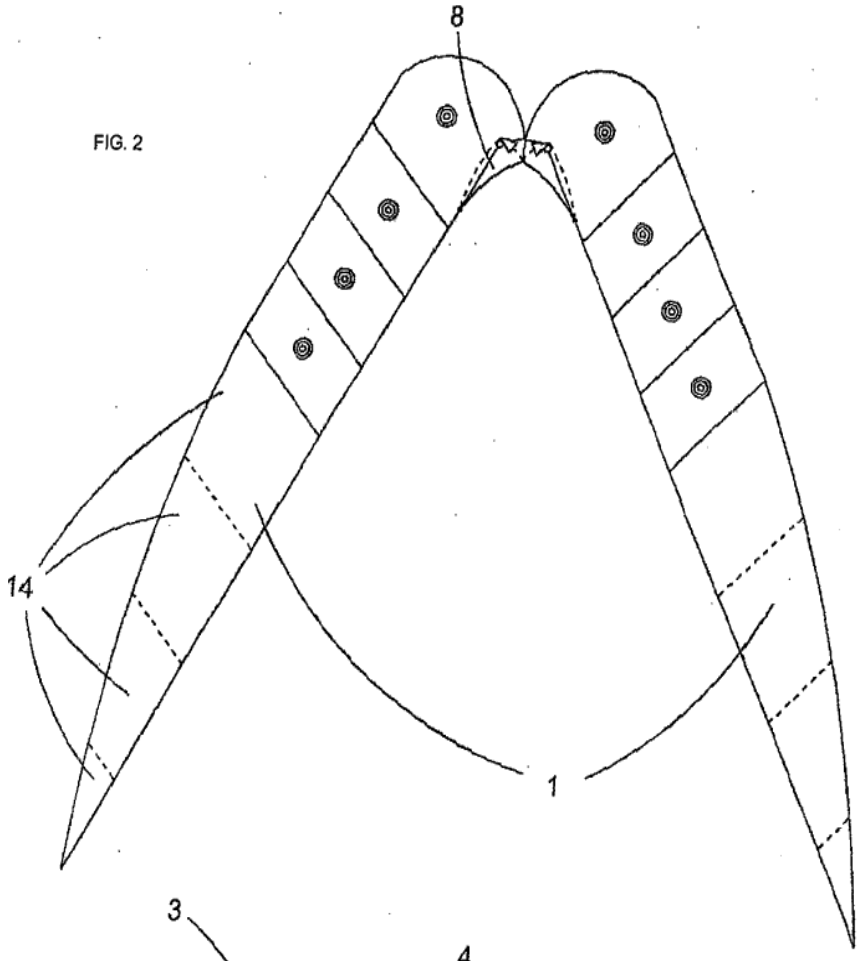


FIG. 4

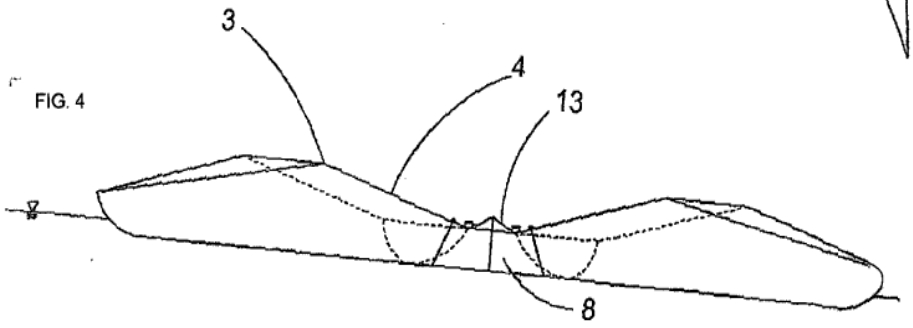
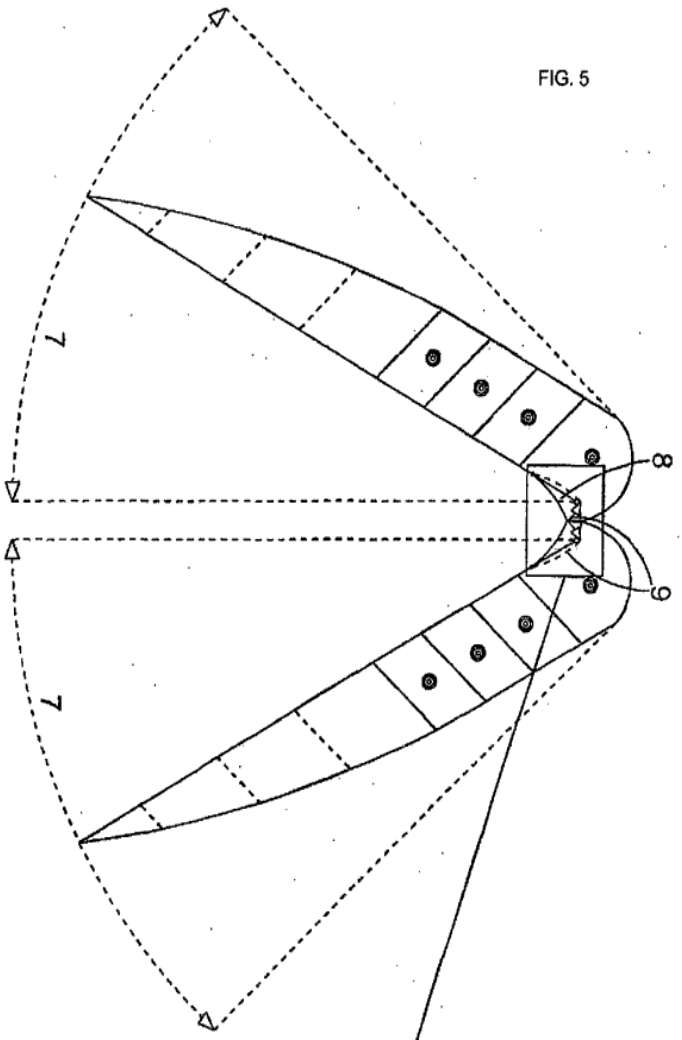


FIG. 5



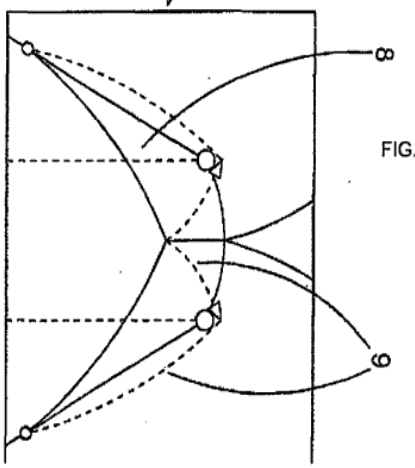


FIG. 6

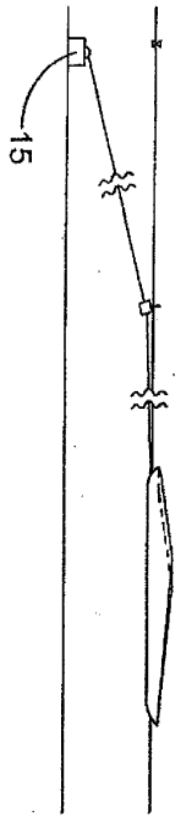


FIG. 8

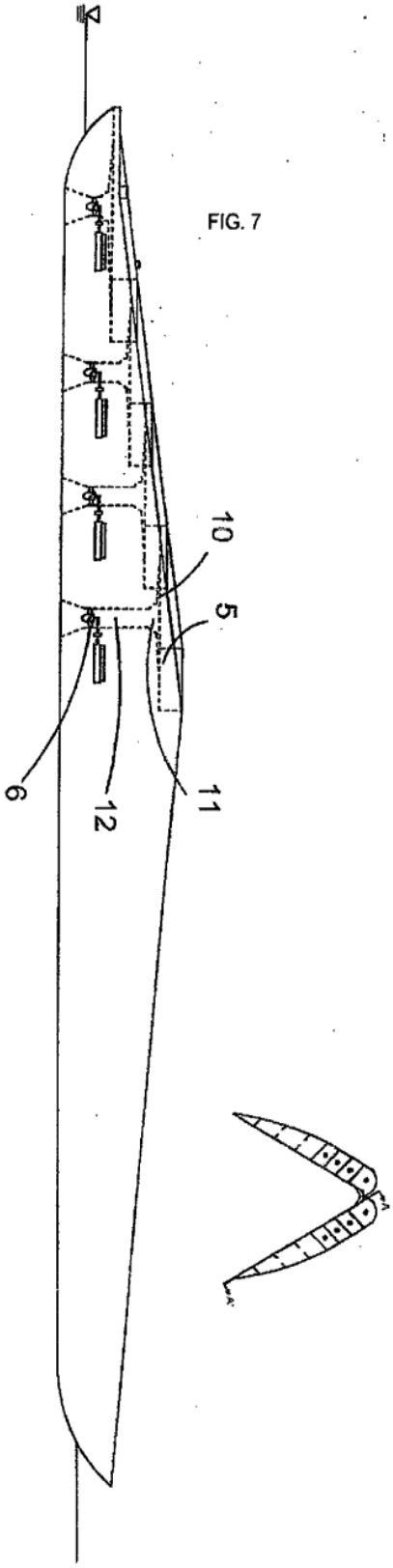


FIG. 7

FIG. 9

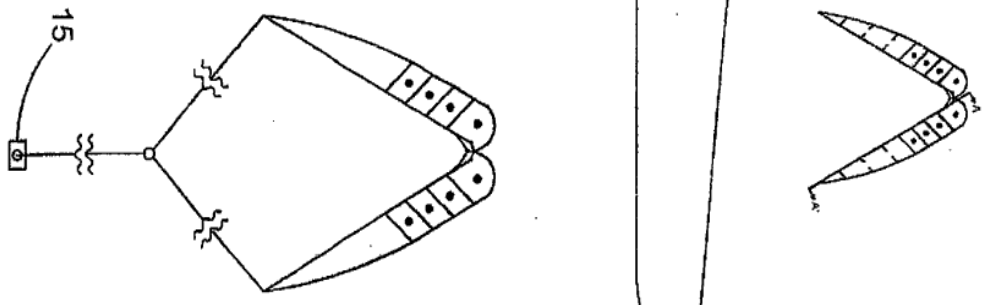


FIG. 10

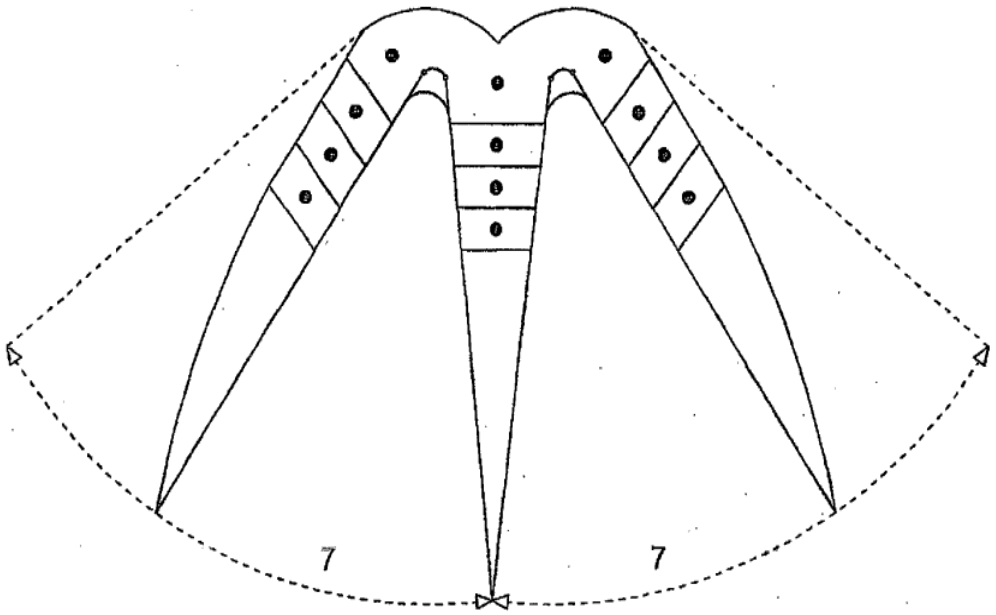


FIG. 11

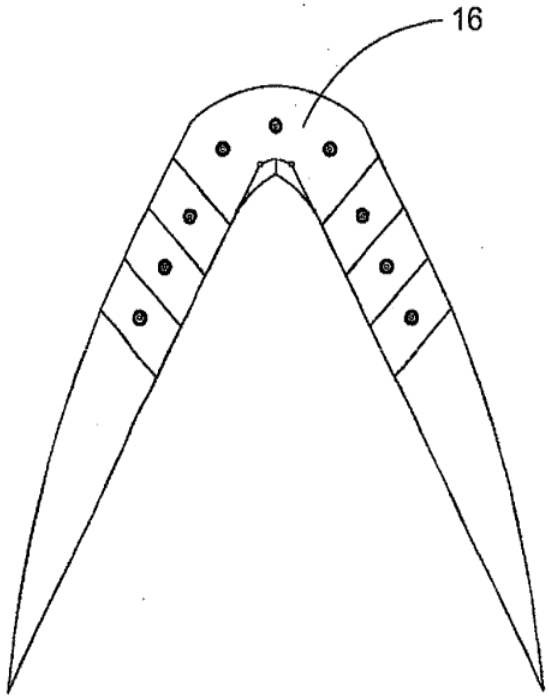
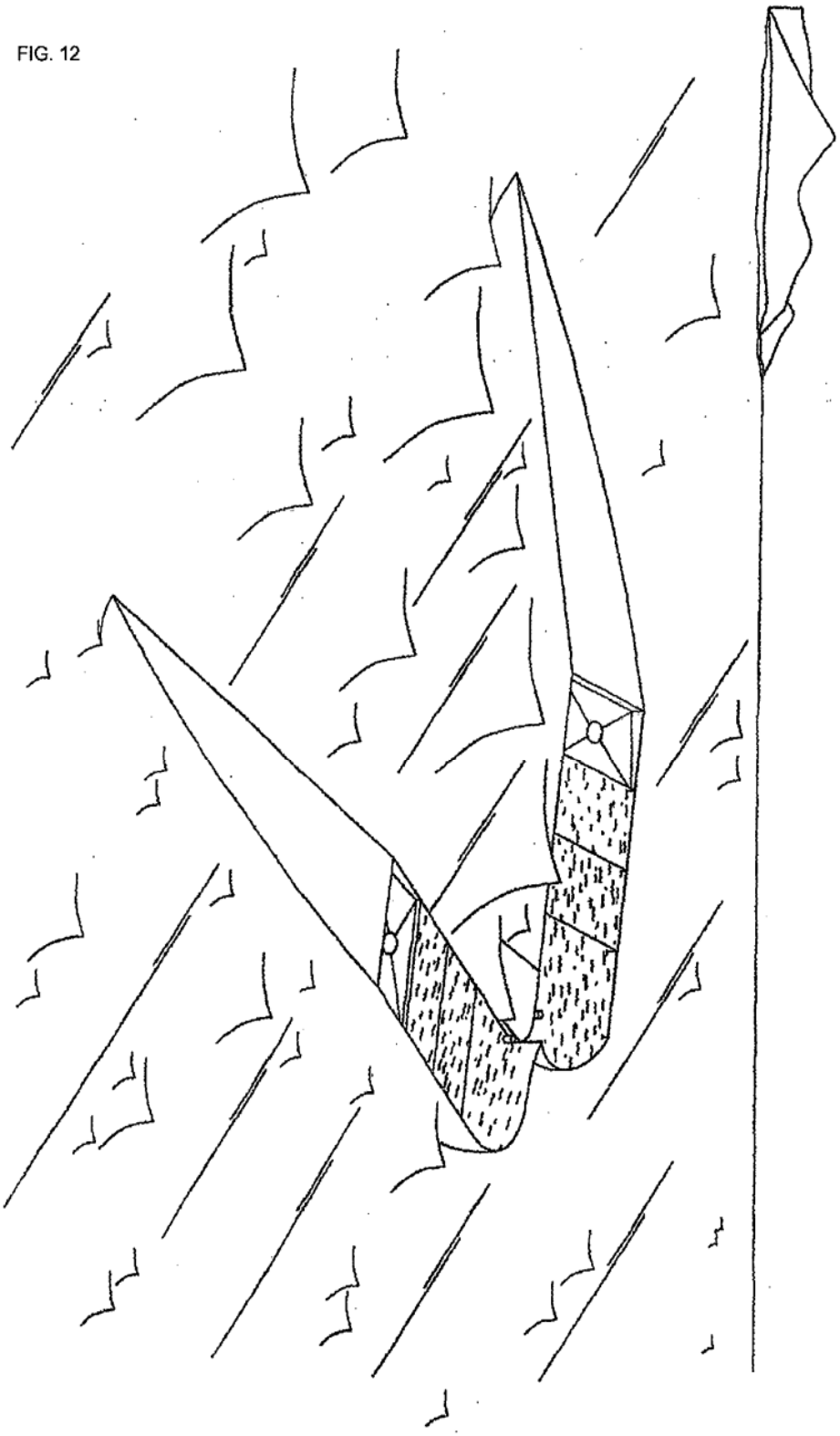



FIG. 12