

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 663**

51 Int. Cl.:

F03B 13/12 (2006.01)

B63H 19/02 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

F03B 13/22 (2006.01)

F03G 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.10.2011 PCT/FR2011/052494**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO12056167**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2011 E 11787924 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2633183**

54 Título: **Dispositivo de recuperación de energía**

30 Prioridad:
27.10.2010 FR 1058821

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.12.2017

73 Titular/es:
**GEPS TECHNO (100.0%)
27 Boulevard des Apprentis
44600 Saint-Nazaire, FR**

72 Inventor/es:
BARSACQ, MATHIEU

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 647 663 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

Dispositivo de recuperación de energía

5 La presente invención se refiere, de manera general, a la recuperación de la energía de movimientos presentes en nuestro planeta, tales como los movimientos del mar, las sacudidas sísmicas o los movimientos de objetos móviles.

Ya se conocen, por las patentes francesas FR 2.500.887 y FR 2.375.463, unos dispositivos que permiten recuperar la energía del oleaje en la forma de energía eléctrica. El dispositivo según la patente FR 2.500.887 describe un
 10 dispositivo como en el preámbulo de la reivindicación 1. El dispositivo según la patente FR 2.375.463 comprende principalmente un recipiente flotante en la superficie del mar que comprende dos compartimentos periféricos dispuestos simétricamente con relación al eje central del recipiente. Los dos compartimentos están distantes entre sí y comunican uno con el otro a la altura de su parte inferior mediante al menos un canal inferior. Estos dos compartimentos están llenos parcialmente con un fluido adecuado para circular entre los dos compartimentos a
 15 través del canal inferior. Se dispone una turbina acoplada a un alternador en el canal inferior para producir electricidad. Bajo el efecto de los movimientos del mar, principalmente del oleaje, el recipiente oscila y provoca un desplazamiento del fluido de un compartimento al otro. El desplazamiento del fluido impulsa entonces a la turbina que produce electricidad por medio del alternador.

20 Este dispositivo es muy simple de realizar pero presenta sin embargo numerosos inconvenientes, entre los que:

- el fluido se desplaza de un compartimento A hacia un compartimento B y posteriormente del compartimento B hacia el compartimento A; para obtener un rendimiento correcto, es necesario prever dos turbinas, a saber una para cada sentido de circulación, pudiendo disponerse estas dos turbinas en el mismo canal inferior;
- 25 - la potencia transmitida por el fluido a la turbina, o a cada una de las turbinas es muy variable puesto que pasa de cero a algunos centenares, incluso algunos millares, de kilovatios (kW) en algunos segundos y posteriormente vuelve a cero, y esto en cada oscilación del recipiente flotante correspondiente a un semiperiodo del oleaje que dura generalmente de 5 a 10 segundos;
- este dispositivo necesita mantener el eje longitudinal del recipiente (eje perpendicular al eje central y que pertenece al plano de simetría de los dos compartimentos) en una dirección paralela a la dirección de propagación del oleaje, lo que reduce considerablemente el número de lugares en los que estas condiciones son realizables con un único punto fijo de anclaje; en un lugar cualquiera, la instalación del dispositivo necesita la colocación de dos puntos fijos de anclaje, lo que conduce a favorecer una dirección de propagación del oleaje predominante y reduce el rendimiento del dispositivo cuando la dirección de propagación del oleaje se separa de
 30 esta dirección predominante.

Un objeto de la presente invención es proponer un dispositivo que palie todos o parte de los inconvenientes antes mencionados.

40 Con este fin, la presente invención se refiere a un dispositivo de recuperación de la energía de movimientos, tales como los movimientos del mar, unas sacudidas sísmicas o los movimientos de objetos móviles, en la forma de energía eléctrica, que comprende:

- un recipiente que presenta un eje principal y adecuado para oscilar alrededor de al menos un eje perpendicular a dicho eje principal bajo el efecto de dichos movimientos, comprendiendo dicho recipiente:
 - más de tres compartimentos diferentes, conteniendo dicho recipiente un fluido adecuado para circular, cuando oscila dicho recipiente, entre dichos compartimentos diferentes,
 - al menos una turbina dispuesta en el trayecto del fluido que circula entre dichos compartimentos diferentes y acoplada a un alternador para producir energía eléctrica cuando el fluido que circula entre los compartimentos diferentes impulsa dicha turbina,
 - un compartimento central al través del que transita el fluido que circula entre dichos compartimentos diferentes, comprendiendo dicho compartimento central una parte superior, una parte inferior y una parte intermedia, y disponiéndose la turbina en el compartimento intermedio y siendo adecuada para ser impulsada en rotación por el fluido que circula entre la parte superior y la parte inferior del compartimento central,
 - unos sistemas de válvulas dispuestos entre los compartimentos para transferir el fluido desde al menos uno de los compartimentos diferentes hacia la parte superior del compartimento central y de la parte inferior del compartimento central hacia otro de los compartimentos diferentes cuando la energía potencial del fluido en el primer compartimento citado es superior a la energía potencial del fluido en dicho otro compartimento, caracterizado por que
 50

los más de tres compartimentos diferentes se disponen periféricamente en todo alrededor del compartimento central, desplazados angularmente entre sí con relación al eje principal, estando previstos dichos sistemas de válvulas entre cada uno de dichos compartimentos periféricos y el compartimento central, y por que la parte intermedia del compartimento central presenta un canal de sección reducida entre la parte superior y la parte inferior de dicho compartimento central. De ese modo, según la invención, el fluido que circula entre el primer y segundo
 65

- compartimentos transita por un compartimento central en el que se monta la turbina. En este compartimento central, el fluido circula siempre de arriba hacia abajo, más particularmente desde la parte superior hacia la parte inferior, cualesquiera que sean los movimientos del recipiente. Por lo tanto la turbina siempre es impulsada en el mismo sentido cualquiera que sea el sentido de circulación del fluido. Esto mejora el rendimiento de la turbina evitando las fases de aceleración y de desaceleración. Además, no es necesario por tanto prever una segunda turbina.
- La parte superior del compartimento central, denominada igualmente depósito central, forma un depósito de acumulación que puede contener una reserva de fluido, garantizando esta reserva de fluido un impulso de rotación más regular de la turbina.
- El volumen de esta parte superior es al menos igual a un quinto del volumen del primer compartimento o del segundo compartimento, preferentemente al menos igual a un tercio, preferentemente al menos igual a la mitad, del volumen del primer o del segundo compartimentos, incluso mejor al menos igual al volumen del primer o del segundo compartimentos.
- El dispositivo puede comprender una pluralidad de turbinas, por ejemplo dos turbinas, dispuestas en el trayecto del fluido que circula entre dichos primer y segundo compartimentos.
- Según una particularidad, el primer sistema de válvulas y el segundo sistema de válvulas son adecuados cada uno para inyectar el fluido en la parte superior del compartimento central de manera que se genere un movimiento de rotación del fluido, denominado torbellino o vórtice, en dicha parte superior, estando equipado preferentemente dicho compartimento central con al menos una turbina de eje de rotación vertical, preferentemente sustancialmente confundido con el eje principal del recipiente.
- En este modo de realización, el dispositivo recupera la energía potencial del fluido, resultante de una diferencia de altura del agua entre el primer y segundo compartimentos, tal como se ha descrito anteriormente, así como la energía cinética de la masa de fluido que está en rotación en el compartimento central. La puesta en movimiento de rotación de la masa de fluido contenida en la parte superior del compartimento o depósito central es el resultado
- de la inyección de agua desde los compartimentos periféricos por diferencia de altura de agua,
 - del movimiento rotativo del fluido en el compartimento central generado por los movimientos del recipiente, y
 - de la evacuación del agua por el orificio de la turbina por diferencia de presión entre los compartimento central y los compartimentos periféricos.
- Unos resultados de ensayos muestran que la energía transmitida por el caudal que pasa a través de la turbina corresponde a aproximadamente 1/5 de la energía total recuperada por el dispositivo, la mayor parte de la energía transmitida, aproximadamente los 4/5, está constituida por la energía cinética del fluido en rotación. De ese modo, una gran parte de la energía cinética del fluido en rotación procede directamente de los movimientos del recipiente.
- El vórtice actúa como un tipo de “volante de inercia hidráulico”, cuyo movimiento y velocidad son mantenidos por el movimiento de la estructura. El movimiento de rotación del fluido en el interior del compartimento central es una enorme reserva de energía que permite “aplanar” las variaciones de caudal vinculadas a la variabilidad de la diferencia de altura de agua. Debido a esto, la turbina sufre menos variaciones de caudal.
- La forma de la parte superior del compartimento central se define de manera que favorezca y mantenga la formación del torbellino o vórtice. Puede ser de sección poligonal, de revolución o helicoidal. En el caso de la sección poligonal, la parte superior comprende preferentemente al menos cinco lados.
- Según un modo de realización, cada uno del primer y segundo sistemas de válvulas comprende al menos un sistema de inyección adecuado para inyectar el fluido desde la pared lateral en una dirección de inyección que forma un ángulo de al menos 45° con relación a la normal a dicha pared lateral, preferentemente de al menos 65°, y formando preferentemente un ángulo de al menos 45° con relación a la horizontal cuando el recipiente está en la posición inicial.
- Según un modo de realización, dicho sistema de inyección comprende una válvula denominada de inyección que incluye al menos un obturador montado pivotante alrededor de un eje vertical entre una posición de cierre de un orificio y una posición abierta en la que dicho obturador se extiende en la parte superior y forma un deflector para orientar el flujo de fluido en dicha dirección de inyección, actuando unos medios de accionamiento preferentemente sobre dicho obturador para su maniobra entre sus dos posiciones. Según un modo de realización, la válvula de inyección comprende al menos dos obturadores que se montan entre sí en posición cerrada, comprendiendo los medios de accionamiento un actuador que actúa sobre uno de los obturadores.
- Para la obtención del vórtice, en el caso del compartimento central de sección poligonal, la pared lateral del compartimento central puede estar equipada con deflectores de manera que el ángulo de incidencia del flujo de fluido con la pared lateral del compartimento central sea de al menos 45°.

Según la realización reivindicada el dispositivo comprende más de tres compartimentos periféricos dispuestos alrededor del compartimento central, desfasados regularmente entre sí con relación al eje principal, previéndose unos sistemas de válvulas entre cada compartimento periférico y el compartimento central para la circulación del fluido entre los compartimentos periféricos dispuestos de un lado y otro del eje principal, de manera que el dispositivo sea adecuado para producir energía eléctrica cualesquiera que sean los movimientos de oscilación del recipiente.

Según un modo de realización preferido, el primer y segundo compartimentos son idénticos y se disponen simétricamente con relación al eje principal para que el recipiente pueda desplazarse en rotación alrededor de al menos un eje perpendicular al eje principal.

El compartimento central presenta ventajosamente al menos dos planos de simetría conteniendo cada uno el eje principal, y el recipiente comprende n pares de primer y segundo compartimentos, disponiéndose el primer y segundo compartimentos, preferentemente idénticos, de cada par de un lado y otro del eje principal, en particular simétricamente con relación a dicho eje principal, y disponiéndose los pares del primer y segundo compartimentos alrededor de dicho compartimento central, siendo n un número par superior o igual a 2, para que el dispositivo sea pluridireccional y pueda funcionar cualquiera que sea la dirección de propagación del oleaje con un único o varios puntos fijos de anclaje según la configuración de la instalación.

Según un modo de realización particular, el compartimento central es un prisma recto cuya base es un polígono de 2n lados y el primer y segundo compartimentos son unos prismas de base trapezoidal, siendo adyacente cada una de las caras del prisma del compartimento central a una cara del prisma de uno de dichos primer y segundo compartimentos. El número n es por ejemplo igual a 8.

De una manera general, el dispositivo comprende un número par o impar de compartimentos periféricos dispuestos alrededor del compartimento central, por ejemplo tres compartimentos dispuestos en estrella alrededor del compartimento central, previéndose unos sistemas de válvulas entre cada compartimento periférico y el compartimento central para la circulación del fluido.

Según un modo de realización, el recipiente comprende al menos n pares de primer y segundo compartimentos, disponiéndose el primer y segundo compartimentos, preferentemente idénticos, de cada par de un lado y otro de dicho eje principal, en particular simétricamente con relación a dicho eje principal, y los pares del primer y segundo compartimentos se disponen unos por encima de los otros, siendo n un número par superior o igual a 2, comprendiendo el dispositivo un primer par situado en la dirección vertical por debajo de al menos un segundo par.

Según una particularidad, el compartimento central presenta una pared superior dispuesta, en la dirección vertical, por debajo de los compartimentos periféricos del segundo par.

Según un modo de realización, cada uno del primer y segundo compartimentos se conecta a una primera vía de una válvula de tipo 3 vías, la segunda vía y la tercera vía de dicha válvula de tipo 3 vías se conectan respectivamente a un primer conducto y a un segundo conducto, conectándose dicho primer conducto a la parte superior del compartimento central, y conectándose el segundo conducto a la parte inferior mediante una válvula denominada inferior, conectándose preferentemente la segunda y tercera vías de las válvulas de tipo 3 vías de los primeros compartimentos superpuestos y/o de los segundos compartimentos superpuestos respectivamente a un mismo primer conducto y a un mismo segundo conducto.

Dicho primer conducto conectado a la parte superior del compartimento central está equipado preferentemente con un sistema de inyección, formado por ejemplo por un deflector, adecuado para inyectar el fluido en la parte superior del compartimento central de manera que genere un vórtice en dicha parte superior.

En este modo de realización, para cada par del primer y segundo compartimentos,

- el primer sistema de válvulas comprende por una parte la válvula de tipo 3 vías, el primer conducto y el eventual sistema de inyección del primer compartimento, y por otra parte la válvula inferior, el segundo conducto y la válvula de tipo 3 vías del segundo compartimento;
- el segundo sistema de válvulas comprende por una parte, la válvula de tipo 3 vías, el primer conducto y el eventual sistema de inyección del segundo compartimento, y por otra parte la válvula inferior, el segundo conducto y la válvula de tipo 3 vías del primer compartimento.

Según un modo de realización particular, el compartimento central incluye, en su parte intermedia, un canal de sección inferior a la sección de la parte superior a través del que circula el fluido y en el que se monta la turbina. En este modo de realización, el compartimento central incluye ventajosamente, en su parte intermedia, un convergente dispuesto aguas arriba de dicho canal para dirigir el fluido procedente de la parte superior hacia la entrada del canal.

Preferentemente, el compartimento central incluye igualmente, en su parte intermedia, un divergente dispuesto aguas abajo de dicho canal, a la salida de este, para aumentar el rendimiento de la turbina según el principio de conservación de las masas.

5 Ventajosamente, las válvulas se controlan mediante un bucle de regulación en apertura/cierre y/o en caudal para mantener una circulación permanente de fluido entre dicha parte superior y dicha parte inferior.

10 La invención se refiere igualmente a una embarcación, tal como una barcaza o un barco, adecuada para flotar sobre una masa líquida, principalmente sobre el mar, animada de movimientos, en particular por el oleaje marino, caracterizada por que está equipada con un dispositivo de recuperación de energía tal como se ha definido anteriormente para generar energía eléctrica a partir de la energía de dichos movimientos.

15 La invención se refiere igualmente a un dispositivo terrestre animado de movimientos regulares o irregulares caracterizado por que está equipado con un dispositivo de recuperación de energía tal como se ha definido anteriormente para recuperar la energía de dichos movimientos del dispositivo terrestre en la forma de energía eléctrica. Este dispositivo es por ejemplo un vehículo móvil, tal como un tren o un automóvil.

20 La invención se refiere igualmente a un dispositivo aeronáutico, espacial, o submarino animado de movimientos regulares o irregulares caracterizado por que está equipado con un dispositivo de recuperación de la energía tal como se ha definido anteriormente para recuperar la energía de dichos movimientos del dispositivo en la forma de energía eléctrica. Este dispositivo es por ejemplo un vehículo móvil, tal como un avión o una estación espacial.

25 En el marco de la recuperación de la energía de las sacudidas sísmicas, el dispositivo terrestre es por ejemplo una plataforma dispuesta en la superficie de la corteza terrestre.

Ventajosamente, el dispositivo terrestre está equipado con medios de recuperación elástica dispuestos entre el dispositivo de recuperación de la energía y dicho dispositivo terrestre para mantener, si es necesario, los movimientos del dispositivo de recuperación de energía.

30 La invención se comprenderá mejor, y surgirán más claramente otros objetos, detalles, características y ventajas en el transcurso de la descripción explicativa detallada que sigue, con referencia a continuación a los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 - la figura 1 es una vista esquemática desde arriba de un dispositivo según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 es una vista esquemática en sección según un plano medio del dispositivo de la figura 1;
- la figura 3 es una vista en sección según un plano medio de un dispositivo según una variante del primer modo de realización;
- 40 - las figuras 4A a 4H son unas vistas que ilustra el funcionamiento del dispositivo de las figuras 1 y 2;
- las figuras 5 y 6 son respectivamente una vista desde arriba y una vista esquemática según un plano medio vertical de un dispositivo según un segundo modo de realización;
- las figuras 7A y 7B son unas vistas esquemáticas de válvulas de inyección del dispositivo de las figuras 5 y 6, respectivamente en posición cerrada y en posición abierta;
- 45 - las figuras 8A a 8D son unas vistas esquemáticas que ilustran el funcionamiento del dispositivo de las figuras 5 y 6;
- las figuras 9 y 10 son respectivamente una vista desde arriba y una vista esquemática según un plano medio vertical del dispositivo según un tercer modo de realización; y
- las figuras 11A a 11F son unas vistas esquemáticas que ilustran el funcionamiento del dispositivo de las figuras 9 y 10.

50 La invención se describirá en el marco de un dispositivo de recuperación de la energía del oleaje sin que se pueda ver en ello una limitación cualquiera del alcance de la invención a este tipo de energía. El dispositivo es aplicable para recuperación de la energía procedente de cualquier cuerpo en movimiento. Es aplicable también para la recuperación de la energía vibratoria procedente de sacudidas sísmicas.

55 El principio general del dispositivo de la invención consiste en transformar la energía cinética de un sólido en movimiento de rotación o de oscilación no uniforme alrededor de uno o varios ejes, en energía potencial de un fluido transformando el movimiento del sólido en una altura de fluido. Esta energía potencial del fluido se transforma a continuación, mediante una circulación cuasi continua sobre la turbina acoplada al alternador, en energía eléctrica.
60 Esta energía eléctrica se transmite a continuación a la red eléctrica o se almacena en una forma posteriormente aprovechable.

Un primer modo de realización de la invención se representa esquemáticamente en las figuras 1 y 2.

65 Con referencia a estas figuras, el dispositivo comprende un recipiente 1 que incluye un compartimento central 11 que comprende un eje principal A y ocho compartimentos periféricos 12₁ a 12₈ dispuestos en todo alrededor del

compartimento central. Los compartimentos periféricos se disponen por pares alrededor del compartimento central, disponiéndose los dos compartimentos de cada par simétricamente con relación al eje principal A. El recipiente incluye igualmente, en la parte inferior, una cámara 20 llena de aire y estanca al agua que sirve de flotador para mantener el recipiente en la superficie del mar.

5 El compartimento central 11 es un prisma recto de base octogonal y los compartimentos periféricos 12₁ a 12₈ son unos prismas rectos de base trapezoidal. Cada una de las caras del compartimento central es adyacente a una cara de los compartimentos periféricos, y más precisamente a la cara correspondiente a la "base pequeña" del trapecio.

10 Los compartimentos periféricos forman una corona alrededor del compartimento central. El compartimento central presenta de ese modo 4 planos de simetría referenciados P1, P2, P3 y P4 desplazados sucesivamente con un ángulo de 45° y conteniendo cada uno el eje A.

15 El compartimento central y los compartimentos periféricos contienen un fluido F. Este fluido es adecuado para circular entre los compartimentos periféricos pasando por el compartimento central cuando el recipiente oscila o pivota alrededor de al menos un eje perpendicular al eje A. El fluido se elige en función de parámetros tales como viscosidad y/o esterilidad, adaptados al recipiente empleado.

20 Se dispone una turbina 13 en el compartimento central. Esta turbina se dispone en la trayectoria del fluido que circula entre los compartimentos periféricos. Esta turbina está acoplada a un alternador (no representado en las figuras 1 y 2) dispuesto en el compartimento central o en el exterior de este para producir energía eléctrica cuando la turbina es impulsada por el fluido que circula en el compartimento central.

25 Se prevén unos sistemas de válvulas anti-retorno en la pared entre los compartimentos periféricos y el compartimento central. Para cada par de compartimentos periféricos dispuestos simétricamente con relación al eje A, se prevén cuatro válvulas u obturadores anti-retorno. Estas válvulas anti-retorno se referencian como 14, 15, 16 y 17 para el par de los compartimentos periféricos 12₇ y 12₃. Las válvulas 14 y 16 se disponen en la parte superior, referenciada 11a, del compartimento central 11 y las válvulas 15 y 17 se disponen a la altura de la parte inferior, referenciada 11b, del compartimento central.

30 Las válvulas anti-retorno 14 y 17 se prevén para dejar pasar respectivamente fluido desde el compartimento 12₇ hacia el compartimento central 11 y del compartimento central 11 hacia el compartimento 12₃. A la inversa, las válvulas anti-retorno 16 y 15 se prevén para dejar pasar respectivamente fluido desde el compartimento 12₃ hacia el compartimento central 11 y del compartimento central 11 hacia el compartimento 12₇.

35 La turbina 13 se dispone en una parte intermedia 11c entre las partes superior e inferior 11a y 11b de manera que, cuando circula fluido desde la parte superior hacia la parte inferior bajo el efecto de la gravedad, dicho fluido impulsa en rotación a dicha turbina.

40 En el ejemplo de las figuras 1 y 2, la parte intermedia 11c presenta un canal 18 de sección reducida con relación a la sección de las partes 11a y 11b en el que se dispone la turbina 13. El eje de rotación de la turbina se sitúa sobre el eje A.

45 El compartimento central está equipado ventajosamente, en su parte intermedia 11c, con un convergente 19 dispuesto aguas arriba del canal 18 para dirigir el fluido procedente de la parte superior 11a hacia el canal 18. Comprende igualmente ventajosamente un divergente 21, dispuesto aguas abajo del canal 18, para la productividad de la turbina según el principio de conservación de las masas.

50 Se ha de observar que la estructura del dispositivo propuesto en las figuras 1 y 2 puede modificarse si el alternador debe montarse en acoplamiento directo justo por encima de la turbina, por ejemplo en el caso de una turbina de tipo Kaplan. Una estructura de ese tipo se propone en la figura 3. Los elementos que son comunes con el modo de realización de las figuras 1 y 2 se referencian en la figura 3 por los mismos números. En esta figura, el compartimento central presenta una parte intermedia modificada con relación a las figuras 1 y 2. En esta parte, el canal 18 es un canal helicoidal. Presenta en la proximidad del eje A una parte plana sustancialmente horizontal. La turbina 13 se coloca en el canal a la altura de esta parte. El alternador 22 acoplado a la turbina se dispone, en el exterior del canal, sobre la pared que forma esta parte del canal. El eje vertical que une la turbina 13 al alternador 22 atraviesa dicha pared. El alternador 22 se coloca en un recinto estanco 23. Este recinto presenta en su parte inferior una pared oblicua para formar con la parte del canal helicoidal un convergente 24 aguas arriba de la turbina 13. Igualmente, se prevé un divergente 25 a la salida del canal, aguas abajo de la turbina.

60 El funcionamiento del dispositivo de las figuras 1 y 2, cuando se somete a las acciones del oleaje, se describe con referencia a las figuras 4A a 4H. En estas figuras, el recipiente 1 oscila alrededor de un eje paralelo a la dirección de propagación del oleaje.

65 La figura 4A representa la posición inicial de recipiente cuando está horizontal y los niveles de fluido en los diferentes compartimentos están equilibrados.

A continuación, en una primera fase ilustrada por la figura 4B, el oleaje genera un movimiento vertical a estribor del recipiente, que crea una diferencia de altura de fluido entre los diferentes compartimentos. Durante esta fase, el compartimento 123 vierte fluido en la parte superior 11a del compartimento 11 a través de la válvula 16. El fluido circula en la parte superior 11a y en la parte inferior 11b del compartimento central, impulsando a rotación a la turbina 13. Finalmente, la parte inferior 11b vierte fluido en el compartimento 127 a través de la válvula 15.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4C, el recipiente alcanza su ángulo de escora máxima. Existe siempre una ligera diferencia de nivel entre los diferentes compartimentos. El flujo continúa por tanto en el mismo sentido pero a una velocidad más reducida. El movimiento de rotación del recipiente está a punto de invertirse.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4D, el movimiento de rotación del recipiente se invierte y el ángulo de escora se reduce. El compartimento 12₇ vierte hacia la parte superior del compartimento 11 a través de la válvula 14. Circula fluido entre la parte superior 11a y la parte inferior 11c del compartimento central, impulsando en rotación a la turbina 13. El sentido de rotación de la turbina sigue sin cambiar. Finalmente, la parte inferior 11c vierte fluido en el compartimento 12₃ a través de la válvula 17. La producción de energía eléctrica es ininterrumpida.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4E, el recipiente pasa por una posición horizontal instantánea pero la diferencia de niveles entre los diferentes compartimentos permite la continuidad del flujo entre la parte superior y la parte inferior del compartimento central. Continúa la producción de energía eléctrica.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4F, el ángulo de escora se invierte de nuevo. La diferencia de nivel entre los diferentes compartimentos continúa siendo no nula, continúa la alimentación de fluido de la turbina.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4G, el ángulo de escora se acentúa y alcanza su máximo. Al ser elevada la diferencia de niveles entre los diferentes compartimentos, la turbina desarrolla una gran potencia. El movimiento de rotación del recipiente está a punto de invertirse.

En la fase siguiente ilustrada por la figura 4H, el movimiento de rotación se invierte. El ángulo de escora está próximo a 0 grados pero al ser no nula la diferencia de nivel entre los diferentes compartimentos, se continúa la alimentación de fluido de la turbina. Se pasa a continuación a la fase ilustrada por la figura 4B.

Según un modo de realización preferido, las válvulas anti-retorno 14 a 17 están controladas en apertura/cierre y/o en caudal por un bucle de regulación para mantener una circulación permanente de fluido entre la parte superior 11a y la parte inferior 11b. Esto permite a la turbina funcionar de manera continua en un abanico de velocidad y de presión para la que ha sido concebida. Este bucle de regulación puede actuar igualmente sobre el paso de la turbina para adaptarse al caudal de fluido transferido entre los compartimentos.

El bucle de regulación actúa sobre el nivel de apertura de los diafragmas de las válvulas anti-retorno y eventualmente sobre el paso de la turbina en función de una pluralidad de parámetros de entrada entre los parámetros siguientes:

- el ángulo del recipiente según el eje Ox (escora) y/o el eje Oy (actitud) y/o el eje Oz (guiñada);
- el período del oleaje y/o el período de balanceo y/o el período de cabeceo;
- la aceleración según los ejes Ox, Oy y Oz;
- la potencia captada por la turbina;
- unos parámetros de estabilidad del recipiente;
- la potencia eléctrica instantánea a la salida del alternador;
- la potencia disponible.

De ese modo, según la invención, el fluido que circula entre los compartimentos periféricos transita por un compartimento central que permite transformar la energía de los movimientos aleatorios, irregulares y eventualmente discontinuos del recipiente en una energía más regular y más progresiva que se capta por la turbina.

La turbina transforma la energía potencial del fluido contenido en los compartimentos periféricos en energía mecánica, siendo transformada esta energía mecánica por el alternador en energía eléctrica.

En la aplicación anteriormente descrita, a saber la producción de energía a partir de movimientos del oleaje, el recipiente que se dispone en una embarcación, tal como un barco o una barcaza, está sometido a unas excitaciones o fuerzas mecánicas que se reproducen de manera secuencial y regular (período cuasi constante).

Las figuras 5 y 6 ilustran un dispositivo según un segundo modo de realización de la invención. El dispositivo comprende como anteriormente un recipiente 101 que incluye un depósito o compartimento central 111 de eje principal A, con cuatro planos de simetría, y ocho depósitos o compartimentos periféricos 112₁ a 112₈. Los compartimentos periféricos se disponen por acoplamiento alrededor del compartimento central, siendo los dos compartimentos de cada par idénticos y dispuestos simétricamente con relación al eje principal A. El compartimento central comprende una parte superior 111a y una parte inferior 111b, delimitada por una parte intermedia 111c,

formada en este caso por una pared intermedia horizontal. El compartimento central comprende una pared lateral 130 de sección transversal octogonal.

En su posición inicial estable, el eje principal A es vertical, los niveles de fluido en los compartimentos periféricos y el compartimento central son idénticos. La parte superior forma un depósito de acumulación, cuyo volumen es al menos igual al volumen de cada compartimento periférico.

Se dispone una turbina 13, de eje de rotación vertical, en el compartimento central a la altura de un orificio de evacuación central o conducto central 118, confundiendo su eje de rotación con el eje principal A.

Para cada par de compartimentos periféricos, los sistemas de válvulas montados en la pared lateral 130 comprenden, unas válvulas denominadas de inyección 114, 116 que permiten inyectar el fluido desde los compartimentos periféricos en la parte superior 111a del compartimento central, de manera que generen y mantengan un vórtice V en dicha parte superior, y unas válvulas denominadas inferiores 115, 117 que permiten la transferencia del fluido desde la parte inferior 111b del compartimento central hacia los compartimentos periféricos.

Con referencia a las figuras 7A y 7B, cada válvula de inyección 114 comprende tres obturadores 114a, estando formado cada obturador por una lámina, preferentemente convexa, montada pivotante alrededor de un eje vertical 114b a la altura de un orificio 131 de la pared lateral, disponiéndose dicho eje a una distancia de los dos bordes longitudinales verticales de la lámina. En posición cerrada, las hojas se solapan y obturan el orificio 131. En posición abierta, el flujo de fluido pasa entre las hojas, orientando estas últimas al flujo de manera que el flujo se inyecta en el compartimento central con una velocidad tangencial a la pared lateral del compartimento central, con un ángulo α con relación a la normal N de la pared lateral de al menos 45° , preferentemente de al menos 65° . Los obturadores aseguran así la apertura y el cierre del orificio entre el compartimento periférico y el compartimento central, así como la orientación del flujo de fluido para generar y mantener el vórtice. La maniobra de los obturadores entre sus dos posiciones se asegura por unos medios de accionamiento, por ejemplo de tipo émbolo, ilustrado de manera esquemática en la referencia 132, que actúan sobre un primer borde longitudinal de un primer obturador. Cuando el primer obturador se mantiene en posición cerrada a través de dichos medios de accionamiento, este primer obturador mantiene el segundo obturador adyacente en posición cerrada a través de su segundo borde longitudinal que llega a apoyar contra el segundo obturador entre el eje de rotación y el segundo borde longitudinal de dicho segundo obturador. El segundo obturador mantiene el tercer obturador a través de su segundo borde longitudinal apoyado contra el tercer obturador entre el eje de rotación y el segundo borde longitudinal de dicho tercer obturador.

Las válvulas inferiores 115, 117 están formadas por obturadores simples anti-retorno montados a la altura de una abertura o tubo de la pared lateral de la parte inferior.

Se va a describir ahora el funcionamiento del dispositivo con referencia a las figuras 8A a 8D que ilustran diferentes fases del ciclo de oscilación sinusoidal de periodo T, en el caso de un ciclo que corresponde a un movimiento compuesto de una rotación alrededor del eje X y de una rotación alrededor del eje Y, de la misma amplitud y del mismo periodo, pero con un desplazamiento de fase de T/4. En este caso, todos los compartimentos periféricos se utilizan para la transferencia de fluido. Para la descripción, se considera que el compartimento 112₇ está del lado izquierdo del recipiente, el compartimento 112₃ está del lado derecho, el compartimento 112₁ está en la parte delantera del recipiente, y el compartimento 112₅ en la parte trasera del recipiente.

La figura 8A ilustra la primera fase φ_1 entre 0 y T/4. El movimiento del recipiente es ascendente en el lado izquierdo y descendente por atrás: la inclinación del dispositivo crea una diferencia de altura del fluido entre los compartimentos periféricos 112₅, 112₆, 112₇ y el compartimento central: dichos compartimentos periféricos 112₅, 112₆, 112₇ vierten en el compartimento central por los obturadores inyectores en posición abierta de dichos compartimentos periféricos. El fluido se inyecta tangencialmente e inicia o contribuye a la rotación del fluido en el compartimento central en el sentido de las agujas del reloj. La energía cinética del fluido en movimiento impulsa a la turbina que alimenta el generador y produce electricidad. La diferencia de altura entre el compartimento central y los compartimentos periféricos 112₁, 112₂, 112₃ genera un movimiento de fluido por el orificio de evacuación del compartimento central hacia dichos compartimentos periféricos 112₁, 112₂, 112₃ pasando por los obturadores anti-retorno inferiores. Al ser la evacuación en la región central, se crea o se mantiene un torbellino o vórtice, creando o manteniendo el movimiento del fluido del compartimento central.

La figura 8B ilustra la segunda fase φ_2 entre T/4 y T/2. El movimiento del recipiente es descendente en el lado izquierdo y ascendente en la parte delantera, la diferencia de altura del fluido disminuye entre los compartimentos periféricos 112₁, 112₇ y 112₈ y el compartimento central: el caudal entre los compartimentos periféricos y el compartimento central disminuye hasta que se equilibran las alturas de agua.

Con referencia a la figura 8C, que ilustra la tercera fase φ_3 entre T/2 y 3T/4, el movimiento del recipiente es ascendente en el lado derecho y descendente en el lado delantero, aumenta la diferencia de altura de fluido entre los compartimentos periféricos 112₁, 112₂ y 112₃ y el compartimento central: el caudal entre estos compartimentos periféricos y el compartimento central aumenta hasta que la diferencia de alturas de agua sea máxima.

Con referencia la figura 8D, que ilustra la cuarta fase 4 ϕ 4 entre 3T/4 y T, el movimiento de la estructura es descendente en el lado derecho y ascendente en la parte posterior, la diferencia de altura de fluido es positiva decreciente entre los compartimentos periféricos 112₃, 112₄ y 112₅ y el compartimento central: el caudal entre estos compartimentos periféricos y el compartimento central disminuye hasta que las alturas de agua se equilibran.

5 En el modo de realización ilustrado, el fondo de la parte superior es plano. Como variante, este fondo puede ser troncocónico de revolución o poligonal de manera que forme un convergente en dirección a la turbina.

10 Para aumentar la cantidad de energía recuperada, el dispositivo se duplica ventajosamente en varios niveles. La cantidad de energía recuperada es proporcional entonces al número de niveles en el límite de la energía total transmitida al dispositivo.

15 Las figuras 9 y 10 ilustran un dispositivo según un tercer modo de realización según la invención que comprende unos pares de compartimentos periféricos desplazados verticalmente en tres niveles o etapas. El dispositivo comprende como anteriormente un recipiente 201 que incluye un depósito o compartimento central 211 de eje principal A, con cuatro planos de simetría, y tres etapas de ocho depósitos o compartimentos periféricos. En cada etapa, los compartimentos periféricos se disponen por pares alrededor del compartimento central, siendo idénticos los dos compartimentos de cada par y dispuestos simétricamente con relación al eje principal A.

20 En el modo de realización ilustrado, los pares de compartimentos periféricos, que pertenecen a unas etapas diferentes y que están superpuestos, son idénticos. La figura 10 ilustra tres pares superpuestos de compartimentos periféricos: un par de compartimentos periféricos 212₃, 212₆, denominados inferiores, de la primera etapa, un par de compartimentos periféricos 212₂, 212₅ denominados intermedios, de la segunda etapa, y un par de compartimentos periféricos 212₁, 212₄ denominados superiores de la tercera etapa.

25 El compartimento central comprende una parte superior 211a y una parte inferior 211b, delimitada por una parte intermedia 211c, formada en este caso por una pared intermedia horizontal. El compartimento central comprende una pared lateral 230 de sección transversal octogonal. El compartimento central presenta una pared superior 233 situada, en la dirección vertical, por debajo de los compartimentos periféricos intermedios 212₂, 212₅ de la segunda etapa. Los compartimentos inferiores 212₃, 212₆ se disponen verticalmente sustancialmente a la misma altura que la pared intermedia 211c. La parte superior 211a forma un depósito de acumulación, cuyo volumen es al menos igual al volumen de cada compartimento periférico. La pared intermedia presenta un orificio de evacuación central o conducto central 218, a la altura del que se monta una turbina 213, de eje de rotación vertical.

35 Con referencia a la figura 10, los primeros compartimentos 212₁, 212₂, 212₃ superpuestos se conectan por un lado a la parte superior 211a a través de un primer conducto común 234, denominado igualmente primera columna o caja de agua, y por otro lado a la parte inferior 211b del compartimento central a través de un segundo conducto 235, denominado igualmente segunda columna o caja de agua. El primer conducto se extiende verticalmente desde el primer compartimento superior hasta la parte superior. El segundo conducto se extiende verticalmente desde el primer compartimento superior hasta la parte inferior 211b. Cada primer compartimento periférico se conecta a dichos primer y segundo conductos a través de una válvula de tipo 3 vías, representada esquemáticamente bajo la referencia 236: una primera vía se conecta a dicho compartimento periférico, en su parte inferior, una segunda vía se conecta al primer conducto 234 y una tercera vía se conecta al segundo conducto 235. El primer conducto desemboca en la parte superior del compartimento central, a la altura de la abertura de la pared lateral del compartimento central, estando equipada esta abertura con un sistema de inyección 214 que permite crear y mantener un vórtice en la parte superior, tal como se ha descrito anteriormente. El segundo conducto se conecta a la parte inferior mediante una válvula inferior 215.

50 De manera análoga, los segundos compartimentos 212₄, 212₅, 212₆ se conectan a través de las válvulas de tipo 3 vías a un primer conducto 234 equipado con un sistema de inyección 216 y a un segundo conducto 235 equipado con una válvula inferior 217. Cada conjunto de primeros compartimentos periféricos superpuestos y cada conjunto de segundos compartimentos periféricos superpuestos se conectan a la parte superior y a la parte inferior del compartimento central mediante un primer conducto y un segundo conducto.

55 En el modo de realización ilustrado, los primeros conductos son de sección paralelepípedica y sus paredes forman la pared lateral octogonal de la parte superior del compartimento central.

60 Cada sistema de inyección 214, 216 está formado por un deflector montado fijo sobre la pared lateral, a la altura de una abertura de la pared lateral, de manera que cree un movimiento de rotación del fluido en el sentido de las agujas del reloj, tal como se ilustra en la figura 9. Las válvulas inferiores 215, 217 están formadas por simples obturadores anti-retorno montados a la altura de una abertura o tubo de la pared lateral de la parte inferior.

65 Las válvulas de tipo 3 vías y las válvulas inferiores se controlan en apertura y cierre, en función de los movimientos de oscilación del recipiente.

En este modo de realización, el compartimento central está siempre lleno para permitir la transferencia de fluido entre los compartimentos periféricos inferiores, intermedios y superiores.

5 Las figuras 11A a 11F ilustran diferentes fases del ciclo de oscilación sinusoidal de periodo T, en el caso de un ciclo simple que corresponde a un movimiento de rotación alrededor del eje X:

- Fase φ_1 : el movimiento del recipiente es ascendente en el lado derecho: vaciado del primer compartimento superior 212₁ solamente hacia solamente el segundo compartimento superior 212₄.
- 10 - Fase φ_2 : el movimiento del recipiente es ascendente en el lado derecho, vaciado de los primeros compartimentos superior e intermedio 212₁ y 212₂ hacia los segundos compartimentos superior e intermedio 212₄ y 212₅ para asegurar la constancia de caudal.
- Fase φ_3 : el movimiento de la estructura está al máximo de la elevación en el lado derecho, vaciado del primer compartimento intermedio 212₂ solamente en solamente el segundo compartimento intermedio 212₅.
- 15 - Fase φ_4 : el movimiento del recipiente es descendente en el lado derecho: vaciado de los primeros compartimentos intermedio e inferior 212₂ y 212₃ en los segundos compartimentos intermedio e inferior 212₅ y 212₆.
- Fase φ_5 : el movimiento del recipiente es ascendente en el lado derecho, vaciado del primer compartimento inferior 212₃ solamente en solamente el segundo compartimento inferior 212₆.
- 20 - Fase φ_6 : el movimiento se va a invertir y la estructura se levantará del lado izquierdo, el efecto de vórtice en el compartimento central asegura la continuidad de la rotación de la turbina, la energía almacenada en el vórtice perpetúa el movimiento de la turbina mientras se establece el movimiento de fluido opuesto.

25 Descomponiendo así las diferentes fases de vaciado, se asegura la continuidad del flujo en el compartimento central. En el caso de un movimiento menos regular y alternativo, la regulación por órdenes forzadas de vaciado de los compartimentos periféricos intermedio y superior por un lado y, por otro lado, el llenado de los compartimentos periféricos inferiores independientemente entre sí, obtiene la continuidad del flujo en el compartimento central.

30 En una variante de realización, los compartimentos periféricos están desplazados radialmente entre sí de una etapa a la otra, estando los compartimentos inferiores más separados del eje A que los compartimentos superiores. Por otro lado, según una variante de realización, el volumen de los compartimentos periféricos disminuye de abajo arriba, teniendo los compartimentos superiores un volumen menor que los compartimentos inferiores.

35 En otras aplicaciones llamadas terrestres, tales como la producción de energía a partir de sacudidas sísmicas o de los movimientos de un vehículo, el recipiente está sometido a excitaciones aleatorias (frecuencia y periodo indeterminados). En estas aplicaciones, el dispositivo se monta sobre un objeto en movimiento, por ejemplo una plataforma de grandes dimensiones para la producción de energía a partir de las sacudidas sísmicas o un vehículo en movimiento para la producción de energía a partir de los movimientos del vehículo. Ventajosamente, se prevén unos medios de reposición elástica, tales como por ejemplo unos resortes amortiguadores o unos en émbolos hidráulicos, entre el dispositivo y el objeto en movimiento para hacer perdurar o mantener los movimientos del objeto. El control de las válvulas será diferente entonces pero consistirá siempre en mantener lo más posible un flujo de fluido a través de la parte intermedia del compartimento central.

45 El dispositivo de recuperación de energía puede colocarse igualmente en una aeronave o en una estación espacial para recuperar energía cuando este equipo está en movimiento.

El dispositivo de la invención presenta por tanto numerosas aplicaciones, además de la producción de energía a partir del oleaje marino, por ejemplo:

- producción de energía a partir de los movimientos de un vehículo móvil (vehículo, tren, autobús, etc.);
- 50 - producción de energía a partir de las sacudidas sísmicas de la corteza terrestre;
- producción de electricidad a partir de un juguete o artefacto en movimiento;
- producción de electricidad a partir de un elemento de decoración puesto en movimiento regular;
- producción de electricidad a partir de los movimientos de juegos de jardines de infancia: columpios, carruseles, etc.

55 Aunque la invención se ha descrito en conexión con diferentes modos de realización particulares, es evidente que no está en ningún caso limitada por ello y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estas entran dentro del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de recuperación de la energía de movimientos, tales como los movimientos del mar, unas sacudidas sísmicas o los movimientos de objetos móviles, en la forma de energía eléctrica, que comprende: - un recipiente (1, 101, 201) que presenta un eje principal (A) y adecuado para oscilar alrededor de al menos un eje perpendicular a dicho eje principal bajo el efecto de dichos movimientos, comprendiendo dicho recipiente: - más de tres compartimentos diferentes (121-128; 1121-1128; 2121-2126), conteniendo dicho recipiente un fluido (F) adecuado para circular, cuando oscila dicho recipiente, entre dichos compartimentos diferentes, - al menos una turbina (13, 113, 213) dispuesta en el trayecto del fluido que circula entre dichos compartimentos diferentes y acoplada a un alternador para producir energía eléctrica cuando el fluido que circula entre los compartimentos diferentes impulsa dicha turbina, - un compartimento central (11, 111, 211) al través del que transita el fluido que circula entre dichos compartimentos diferentes, comprendiendo dicho compartimento central una parte superior, una parte inferior y una parte intermedia (11c, 111c, 211c), y disponiéndose la turbina en el compartimento intermedio y siendo adecuada para ser impulsada en rotación por el fluido que circula entre la parte superior y la parte inferior del compartimento central, - unos sistemas de válvulas (14, 17; 114, 117; 214, 217, 234, 235, 236) dispuestos entre los compartimentos para transferir el fluido desde al menos uno de los compartimentos diferentes hacia la parte superior del compartimento central y de la parte inferior del compartimento central hacia otro de los compartimentos diferentes cuando la energía potencial del fluido en el primer compartimento citado es superior a la energía potencial del fluido en dicho otro compartimento, caracterizado por que los más de tres compartimentos diferentes se disponen periféricamente en todo alrededor del compartimento central, desplazados angularmente entre sí con relación al eje principal, estando previstos dichos sistemas de válvulas entre cada uno de dichos compartimentos periféricos y el compartimento central, y porque la parte intermedia (11c, 111c, 211c) del compartimento central presenta un canal de sección reducida entre la parte superior (11a, 111a, 211a) y la parte inferior (11b, 111b, 211b) de dicho compartimento central.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que cada uno de los sistemas de válvulas (114; 214, 234, 235, 236, 116; 216, 234, 235, 236) es adecuado para inyectar el fluido en la parte superior (11a, 111a, 211a) del compartimento central (11, 111, 211) de manera que se genere un vórtice (V) cuyo movimiento y velocidad se mantienen por las oscilaciones del dispositivo bajo el efecto de dichos movimientos.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado por que cada uno de los sistemas de válvulas comprende un sistema de inyección (114, 116; 214, 216) adecuado para inyectar el fluido desde la pared lateral (130, 230) en una dirección de inyección que forma un ángulo (α) de al menos 45° con relación a la normal (N) a dicha pared lateral.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado por que dicho sistema de inyección comprende una válvula de inyección (114, 116) que incluye al menos un obturador montado pivotante alrededor de un eje vertical (114b) entre una posición de cierre de un orificio (131) y una posición abierta en la que dicho obturador se extiende en la parte superior y forma un deflector para orientar el flujo de fluido en dicha dirección de inyección.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el recipiente (201) comprende unos compartimentos periféricos superpuestos (212₁, 212₂, 212₃; 212₄, 212₅, 212₆).
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la turbina se dispone para girar alrededor de un eje paralelo al eje principal (A) y que es vertical, recipiente en reposo.
7. Embarcación, tal como una barcaza o una plataforma flotante, adecuada para flotar sobre una masa líquida, principalmente sobre el mar, animada de movimientos, en particular por el oleaje marino, caracterizada por que está equipada con un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, para generar energía eléctrica a partir de la energía de dichos movimientos.
8. Dispositivo terrestre animado de movimientos regulares o irregulares caracterizado por que está equipado con un dispositivo de recuperación de energía según una de las reivindicaciones 1 a 6 para recuperar la energía de dichos movimientos del dispositivo terrestre en la forma de energía eléctrica.
9. Dispositivo aeronáutico, espacial o submarino animado de movimientos regulares o irregulares caracterizado por que está equipado con un dispositivo de recuperación de energía según una de las reivindicaciones 1 a 6 para recuperar la energía de dichos movimientos del dispositivo en la forma de energía eléctrica.

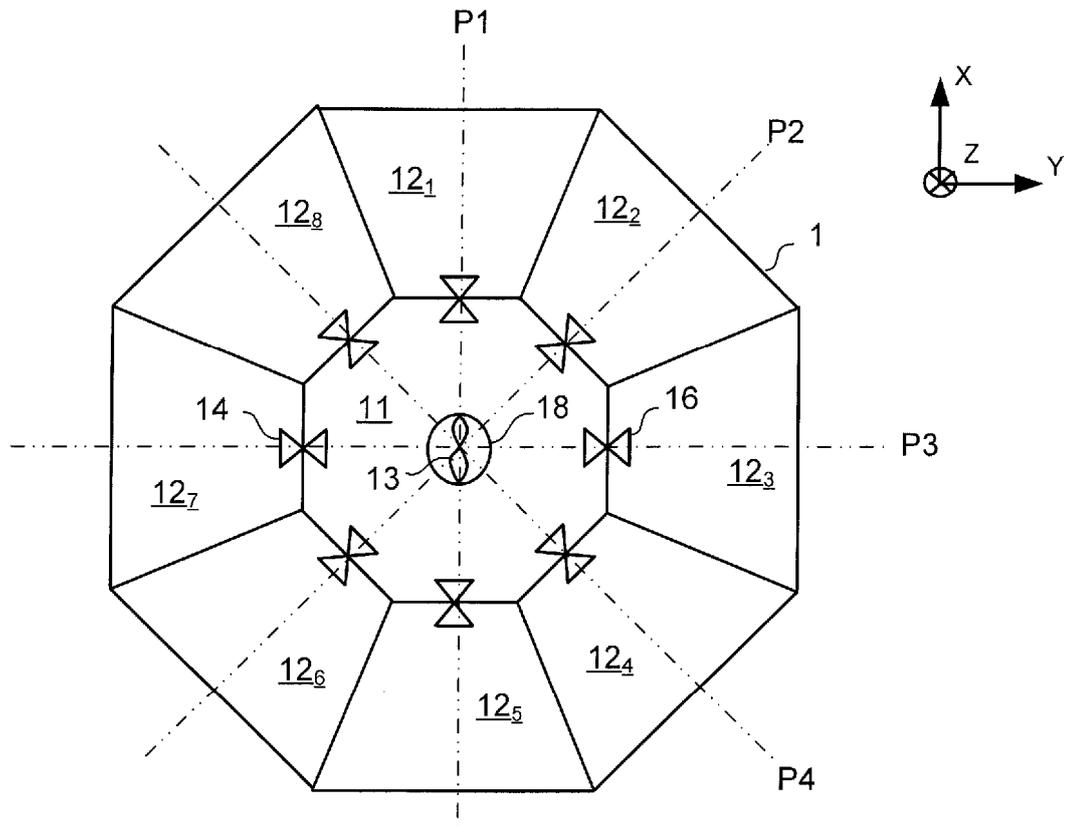


FIG.1

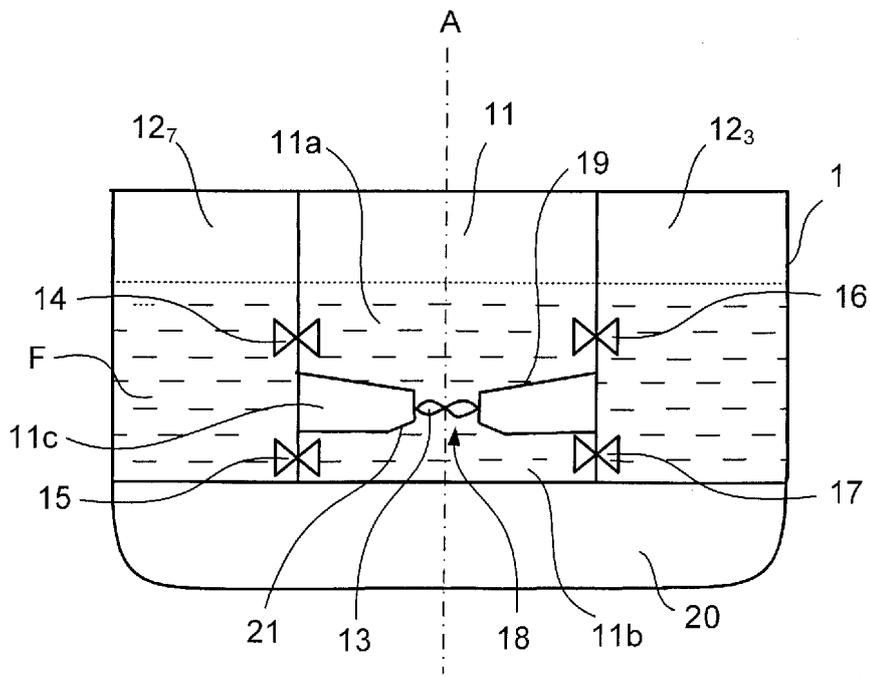


FIG.2

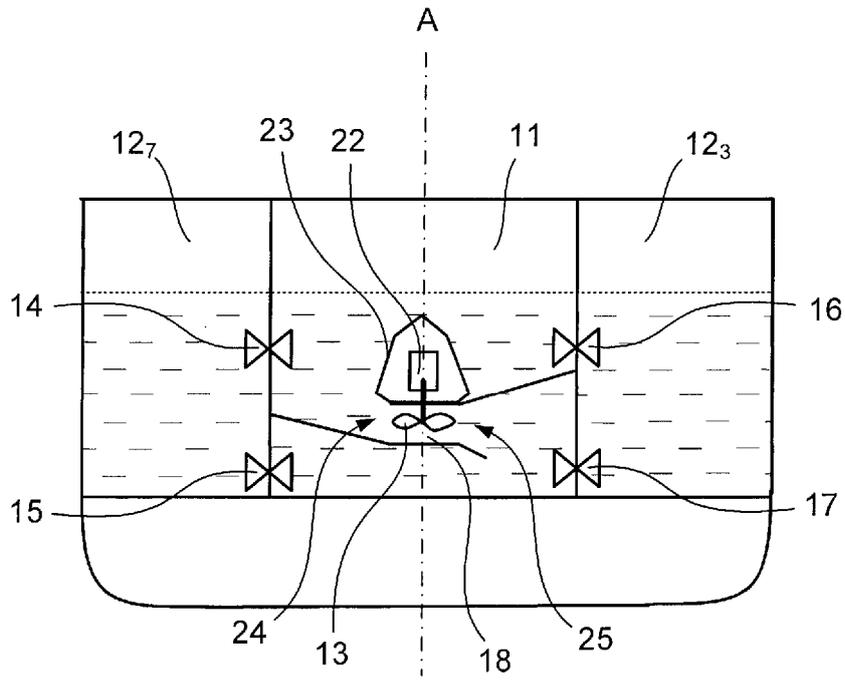


FIG.3

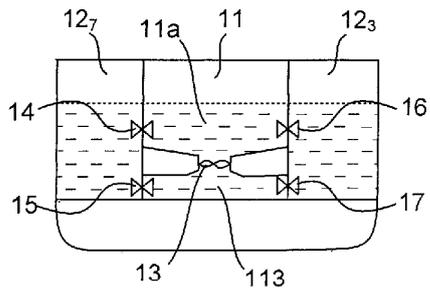


FIG. 4A

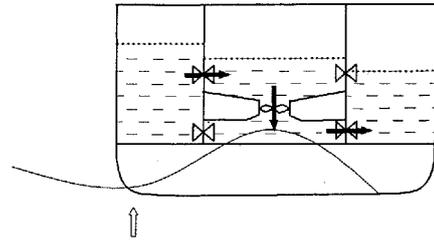


FIG. 4E

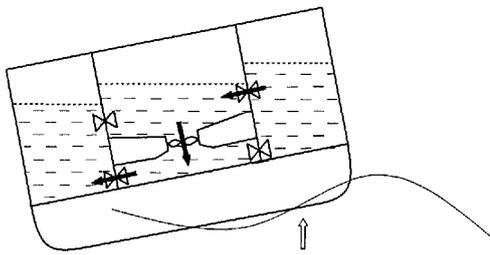


FIG. 4B

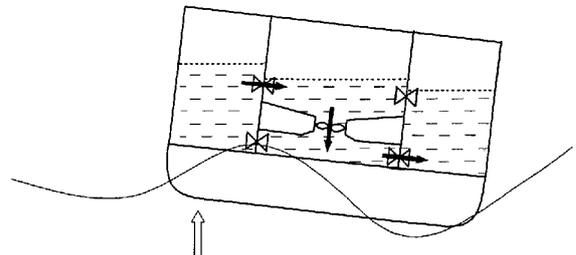


FIG. 4F

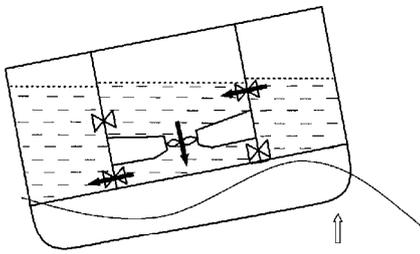


FIG. 4C

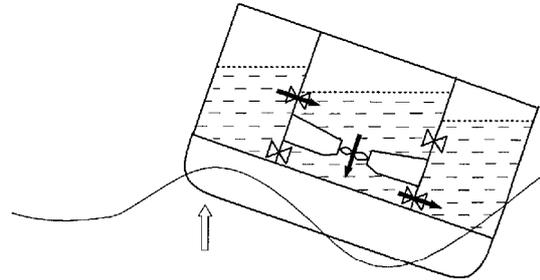


FIG. 4G

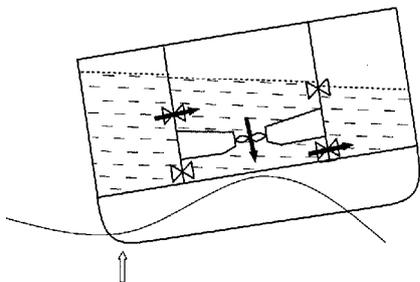


FIG. 4D

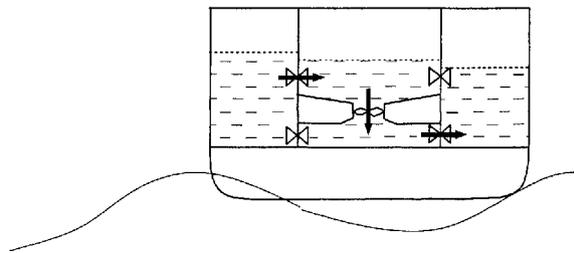


FIG. 4H

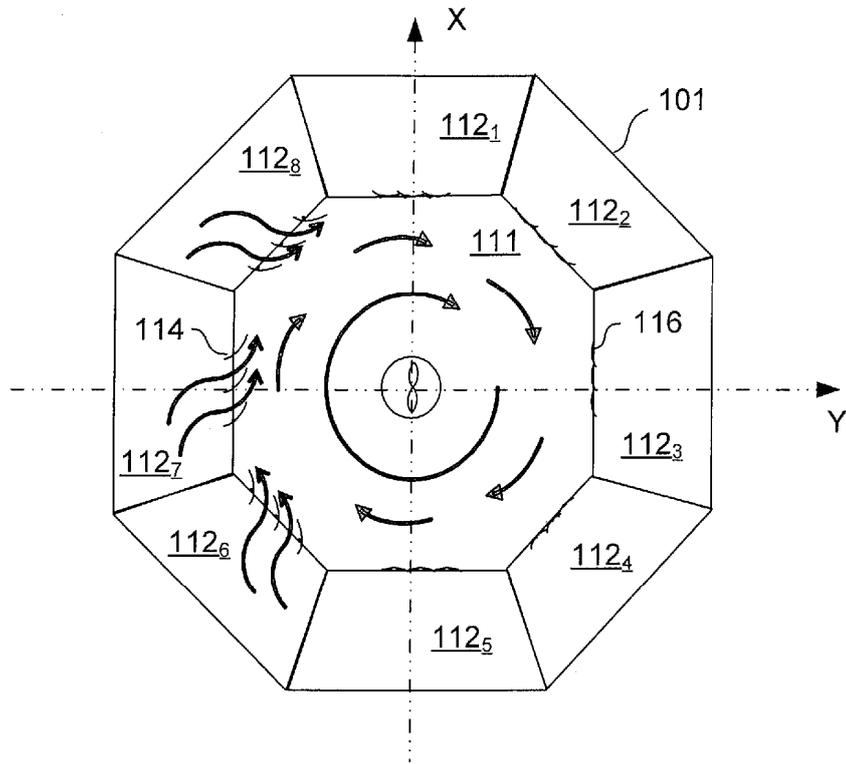


FIG. 5

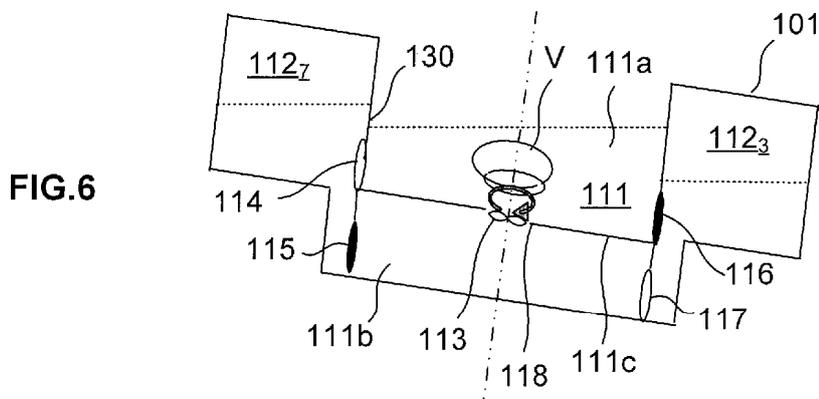


FIG. 6

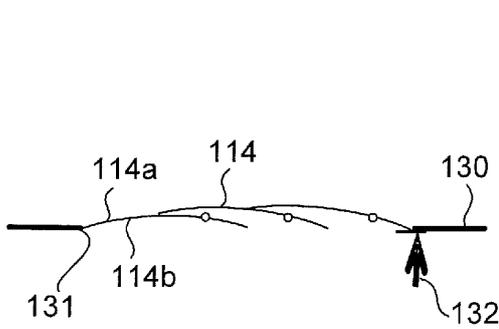


FIG. 7A

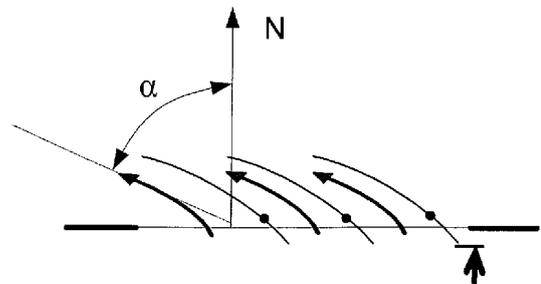


FIG. 7B

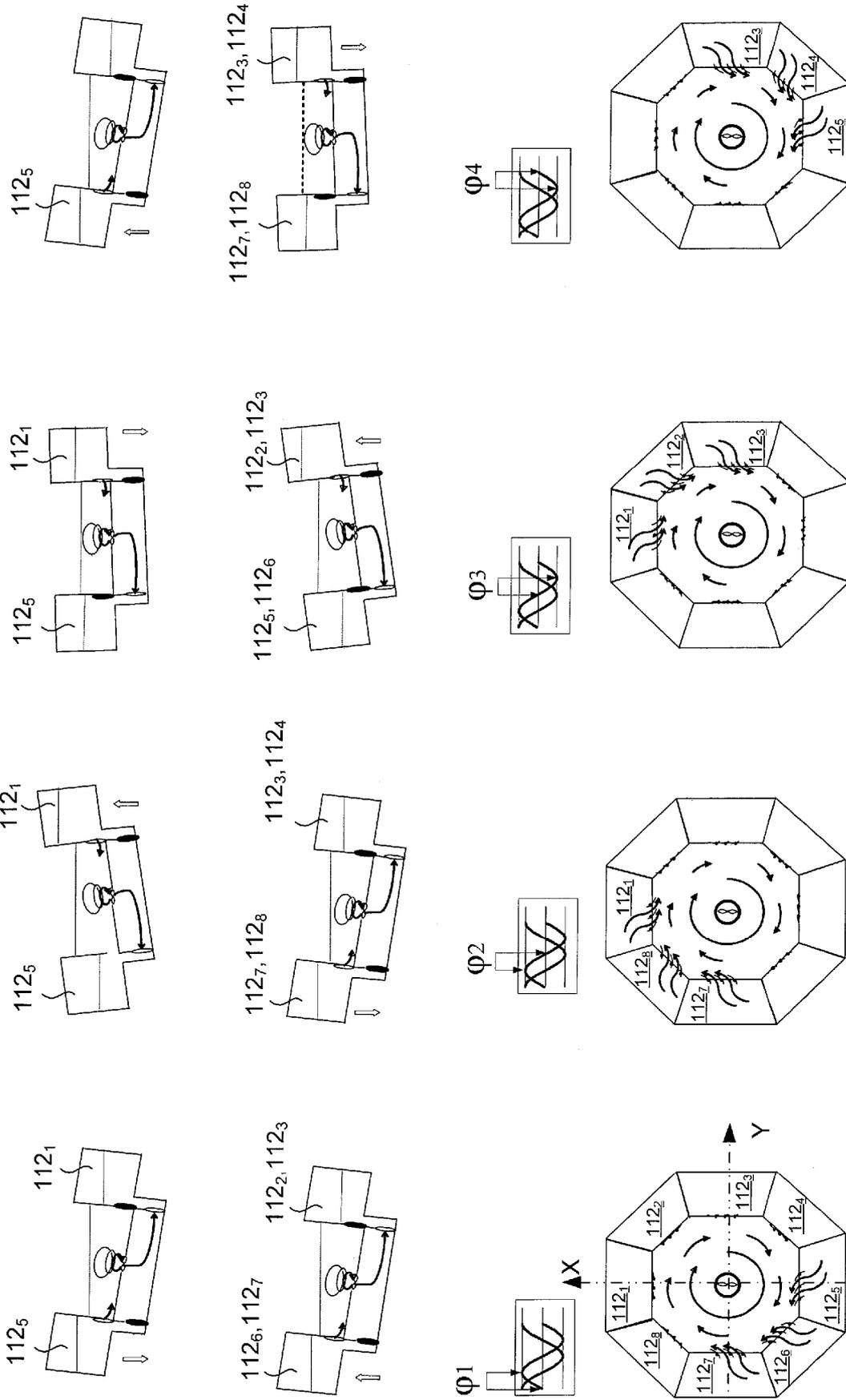


FIG.8A

FIG.8B

FIG.8C

FIG.8D

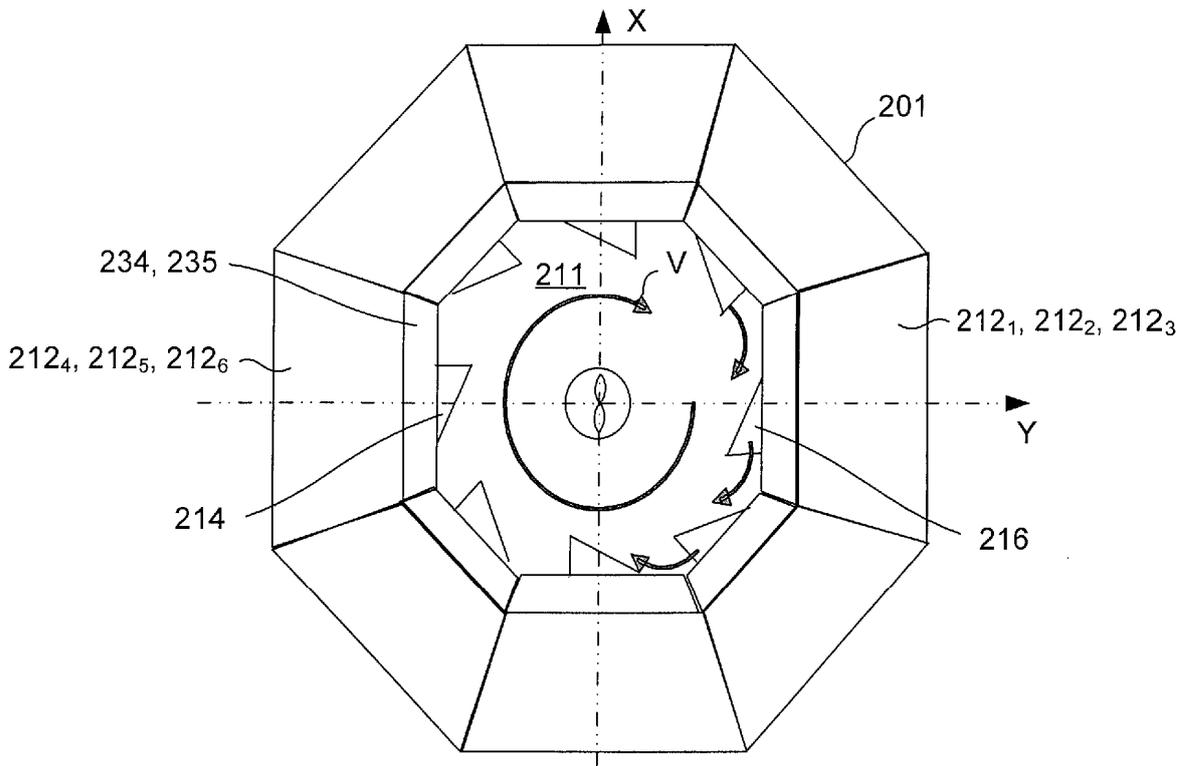


FIG. 9

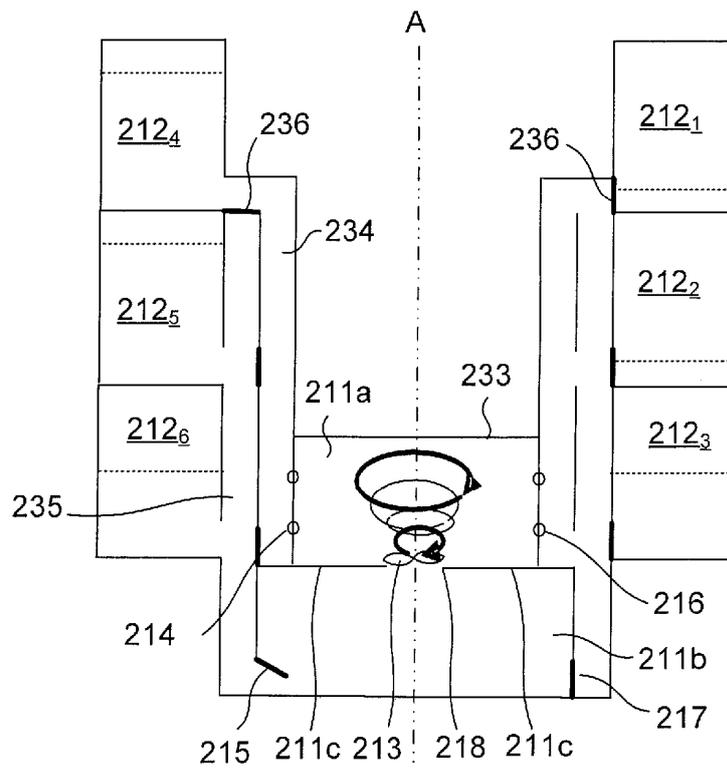


FIG. 10

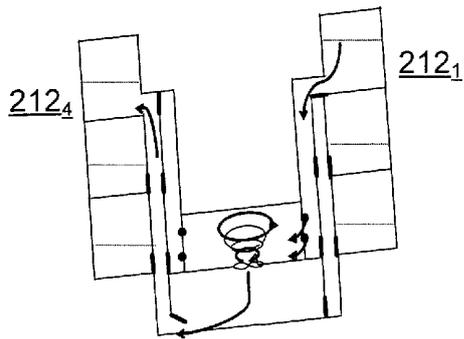


FIG. 11A

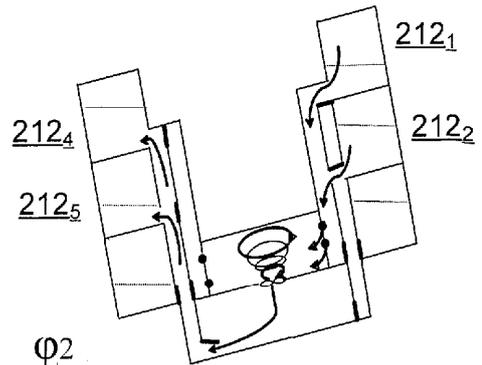


FIG. 11B

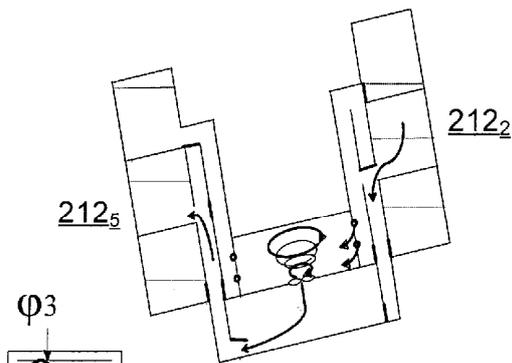


FIG. 11C

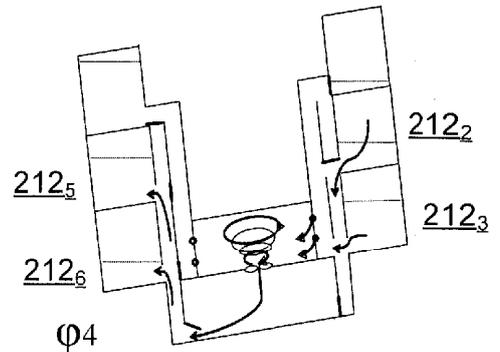


FIG. 11D

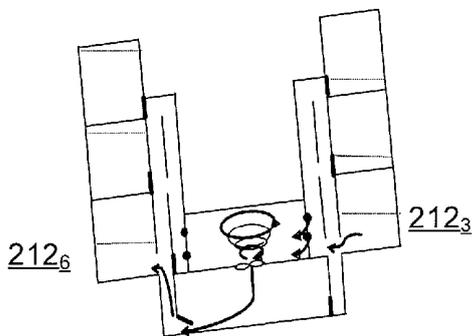


FIG. 11E

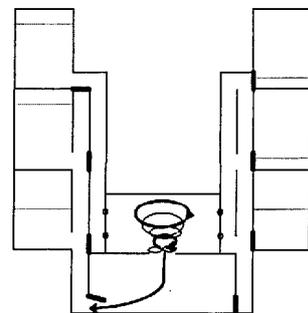


FIG. 11F