

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 945**

51 Int. Cl.:

B63B 39/03 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2012 PCT/FR2012/050163**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12101383**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2012 E 12705377 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2668090**

54 Título: **Cuerpo flotante anular**

30 Prioridad:
25.01.2011 FR 1150570

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2019

73 Titular/es:
**IDEOL (100.0%)
Espace Mistral, Bat. B 375 Avenue du Mistral
13600 La Ciotat, FR**

72 Inventor/es:
CHOISNET, THOMAS

74 Agente/Representante:
VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 730 945 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

Cuerpo flotante anular

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un cuerpo flotante, así como a un procedimiento de extinción al menos parcial de un movimiento de levantamiento de tal cuerpo flotante.

10 Estado de la técnica

Los cuerpos flotantes sometidos a un oleaje pueden oscilar en varias direcciones. Se entiende por el término "levantamiento" tal movimiento de oscilación inducido por el oleaje en una dirección vertical. Como otros movimientos oscilatorios de cuerpos flotantes, el levantamiento presenta varios inconvenientes. Aparte de la evidente incomodidad que se puede experimentar a bordo de un cuerpo flotante sujeto a tal levantamiento, este movimiento induce importantes aceleraciones en la plataforma que afectan negativamente a las estructuras soportadas, sobre todo, con oleajes que presentan un período cercano o igual a un período propio del cuerpo flotante en levantamiento.

El período de limpieza $T_{tirón}$ de un cuerpo flotante en levantamiento se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$T_{tirón} = 2\pi \sqrt{\frac{M+M_a}{\rho g S_o}} \tag{1}$$

en donde $T_{tirón}$ representa el período apropiado de levantamiento, M la masa propia del cuerpo flotante, ρ la densidad del agua, g la aceleración gravitacional, y S_o la superficie de flotación del cuerpo flotante. M_a representa la masa agregada del cuerpo flotante tal como lo definen comúnmente los expertos en la materia. Esta masa añadida M_a es variable en función de la forma del cuerpo flotante, su calado de agua, el período del oleaje y otros factores, y se puede calcular, por ejemplo, utilizando un código de difracción-radiación reconocido. Salvo que se indique lo contrario, todas las variables en las ecuaciones y fórmulas de la presente descripción utilizan las unidades de medición del Sistema Internacional.

Las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo flotante comprenden, por una parte, las fuerzas de Froude-Krylov asociadas con el campo de presión variable generado por el oleaje no perturbado por el cuerpo flotante, y, por otra parte, las fuerzas de difracción asociadas con la difracción del oleaje por el cuerpo flotante. Estas fuerzas también pueden calcularse utilizando códigos de difracción-radiación.

Cuerpos flotantes que constan de aberturas en pozos ("moonpools", en inglés) son conocidos por el experto en la materia, en particular entre las plataformas flotantes de perforación. Por apertura central "en pozos" se entiende que la apertura pasa a través del cuerpo flotante de arriba a abajo, pasando por el plano de flotación. Su comportamiento dinámico, y, en particular, la oscilación vertical ("modo de pistón") de la masa de agua en la apertura en pozos ha sido percibida más bien como un inconveniente. En el artículo "On the piston and sloshing modes in moonpools" (J. Fluid Mech. (2001), vol. 430, págs. 27-50), B. Molin analizó este "modo de pistón" de oscilación vertical de la masa de agua contenida en tales aberturas de pozos en plataformas flotantes. En cambio, no se ha propuesto utilizar esta oscilación para contrarrestar las fuerzas de excitación ejercidas por el oleaje en el cuerpo flotante.

Las solicitudes de patente de estadounidense US 2009/126616 A1 y US 2006/045628 A1 han descrito cada una un cuerpo flotante que tiene una apertura en pozos adaptada para aumentar la masa agregada de agua arrastrada verticalmente con el cuerpo flotante, para aumentar la inercia del cuerpo flotante y, por lo tanto, su propio período de levantamiento, con el fin de que esté por encima del rango normal de períodos del oleaje. No obstante, esto presenta el inconveniente de poder conducir a un aumento de las fuerzas excitadoras ejercidas por el oleaje en el cuerpo flotante.

Objeto de la invención

El objetivo de la invención es proponer un cuerpo flotante cuyo movimiento de levantamiento se minimice, en particular, cerca de la frecuencia propia en el levantamiento de este cuerpo flotante.

En al menos un modo de realización de un cuerpo flotante según la invención, este objeto se logra gracias al hecho de que el cuerpo flotante es un cuerpo flotante anular que consta de una apertura central en pozos y está configurado de tal manera que, en el agua, con un oleaje de un período sustancialmente igual a un período propio del cuerpo flotante en levantamiento, fuerzas verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por una masa de agua que oscila en la apertura central en oposición de fase en relación con el oleaje, compensen al menos parcialmente unas fuerzas excitadoras verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por el oleaje. En el contexto de la presente descripción, debe

quedar claro para el experto en la materia que, por "período sustancialmente igual a un período propio en levantamiento", uno no necesariamente tiene que comprender un período exactamente igual a ese período propio, sino una cierta variación en relación con este período, por ejemplo, de más o menos 15 %, es aceptable.

5 Gracias a estas disposiciones, es posible reducir sustancialmente el levantamiento del cuerpo flotante. Además, estas disposiciones presentan ventajas adicionales para ciertas aplicaciones. En efecto, de modo que las fuerzas verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por una masa de agua que oscila en la abertura central de manera desfasada en relación con el oleaje pueden compensar al menos parcialmente las fuerzas verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por el oleaje, el calado de agua del cuerpo flotante tendrá normalmente que limitarse, y la superficie de la
10 abertura en pozos particularmente importante en relación con la superficie de flotación. Aunque esto aumenta muy sustancialmente las dimensiones globales del cuerpo flotante en relación con su tonelaje, una configuración anular tan amplia también beneficia su estabilidad estática, hasta el punto de poder posiblemente prescindir de un sistema de lastre, incluso con superestructuras en el centro de gravedad particularmente elevado, tales como los aerogeneradores.

15 Con el fin de obtener una oposición de fase entre la masa de agua que oscila en la abertura central del cuerpo flotante y el oleaje, preservando la robustez de la estructura del cuerpo flotante, el período propio $T_{\text{pistón}}$ del modo de pistón de oscilación vertical de la masa de agua en la abertura central corresponde a entre 1,25 y 1,55 veces el período propio $T_{\text{tirón}}$ de un cuerpo flotante en levantamiento.

20 Para una aproximación del período de propio $T_{\text{pistón}}$ del modo de pistón de oscilación de la masa de agua en la abertura central de un cuerpo flotante con paredes sustancialmente verticales, es posible utilizar la siguiente fórmula:

$$T_{\text{pistón}} \cong 2\pi \sqrt{\frac{d+k\sqrt{S_1}}{g}} \quad (2)$$

25 En esta fórmula S_1 representa la superficie de la abertura central, g es la aceleración gravitacional, y k es un coeficiente cuyo valor, si igualamos la abertura central con una abertura cuadrada de la misma superficie, puede considerarse como siendo igual a 0,52, según el artículo "On the piston and sloshing modes in moonpools" de B. Molin, (J. Fluid Mech. (2001), vol. 430, págs. 27-50).

30 La relación entre el período propio $T_{\text{pistón}}$ de la masa de agua que oscila en la abertura central y el período propio $T_{\text{tirón}}$ de un cuerpo flotante en levantamiento puede, por lo tanto, expresarse por la siguiente fórmula:

$$\frac{T_{\text{pistón}}}{T_{\text{tirón}}} \cong \sqrt{\frac{\rho S_0 (d+0,52\sqrt{S_1})}{M+M_a}} \quad (3)$$

35 En consecuencia, las dimensiones del cuerpo flotante y de su abertura central siguen la fórmula:

$$1,25 < \sqrt{\frac{\rho S_0 (d+0,52\sqrt{S_1})}{M+M_a}} < 1,55 \quad (4)$$

40 en donde la masa añadida M_a normalmente está entre 0,45 y 0,85 veces la masa M del cuerpo flotante, según la configuración de éste.

45 Sin embargo, es posible utilizar instrumentos digitales, tales como el software de análisis hidrodinámico bien conocido por los expertos en la materia, como WAMIT®, Principia Diodore™, ANSYS® AQWA u otros, para un cálculo más preciso de los períodos apropiados $T_{\text{pistón}}$ y $T_{\text{tirón}}$, del período de extinción de T_{fuerza} , del conjunto de las fuerzas excitadoras verticales ejercidas sobre los diferentes cuerpos flotantes, y la respuesta en levantamiento de los cuerpos flotantes en función del período del oleaje.

50 De este modo, en al menos un modo de realización particular, el cuerpo flotante anular consta de al menos una carga útil. En particular, esta al menos una carga útil puede ser un dispositivo de explotación de energía, como, por ejemplo, un aerogenerador, sino también otros dispositivos de explotación de las energías marinas, tales como la energía de las olas, del oleaje, de las mareas o de las corrientes, la energía térmica de los mares, la energía osmótica del mar, u otros. Entre los aerogeneradores, pueden contemplarse todos los tipos de aerogeneradores conocidos por los expertos en la materia, por ejemplo, con eje vertical u horizontal, con uno o varios rotores, con o sin caja de reducción interpuesta
55 entre rotor y generador, o con cualquier número de palas.

Como el cuerpo flotante tiene una configuración anular, la al menos una carga útil puede estar ubicada excéntrica en

relación con el cuerpo flotante. En ese caso, el cuerpo flotante anular puede presentar un mayor volumen sumergido cerca de la al menos una carga útil, con el fin de equilibrar el peso de la carga útil.

5 Para asegurar una retención en posición del cuerpo flotante, también puede constar de al menos un dispositivo de anclaje, tal como un dispositivo de anclaje de torreta, con rumbo fijo, cable, cadena, u otro. Además, también puede constar de al menos un dispositivo de amortiguación de balanceo, que incorpora, por ejemplo, una quilla antivuelco, un tanque antivuelco o una disposición de varios tanques antivuelco conectados por tubos en "U", etc.

10 Para ajustar las propiedades dinámicas del cuerpo flotante, por ejemplo, es posible aumentar la masa agregada de agua según al cuerpo flotante en su movimiento vertical incorporando al cuerpo flotante al menos un apéndice externo, tal como, por ejemplo, una falda o placas. También es posible incorporar en el cuerpo flotante al menos un apéndice en la abertura central para ajustar tanto el período propio en levantamiento, que el período de oleaje en el que la masa de agua en la abertura central oscilará en oposición de fase en relación con el oleaje. Con estos apéndices, la masa añadida M_a de agua oscilante con el cuerpo flotante puede estar entre 0,55 y 0,85 veces la masa M del cuerpo situado
15 entre 0,45 y 0,65 veces la masa M del cuerpo flotante. Con el fin de aumentar la amortiguación viscosa de la sacudida de la masa de agua, el cuerpo flotante también puede comprender, en un contorno de la abertura central, al menos una cámara de amortiguación en comunicación restringida con la abertura central.

20 La presente descripción también se refiere a un procedimiento de extinción al menos parcial de un movimiento de levantamiento de un cuerpo flotante en el agua sometido a un oleaje de un período sustancialmente igual a un período propio en levantamiento, según la reivindicación 10, en donde dicho cuerpo flotante presenta una abertura central en pozos en donde una masa de agua oscila en oposición de fase en relación con el oleaje, para ejercer sobre el cuerpo flotante unas fuerzas verticales opuestas a unas fuerzas excitadoras verticales ejercidas por el oleaje.

25 Descripción de las figuras

La invención será bien entendida y sus ventajas aparecerán mejor, tras la lectura de la descripción detallada que sigue, se muestran varios modos de realización representados a título de ejemplos no limitantes. La descripción se refiere a los dibujos adjuntos en los que:

- 30
- la figura 1a es una vista esquemática de la parte superior de un cuerpo flotante según un primer modo de realización de la invención;
 - la figura 1b es una vista lateral esquemática del cuerpo flotante de la figura 1a;
 - 35 - la figura 2 es un gráfico comparativo que ilustra la respuesta del cuerpo flotante de la figura 1a en levantamiento en función del período del oleaje, comparado con un cuerpo flotante sin abertura central, así como a un cuerpo flotante anular, no configurado de modo que la masa de agua en la abertura central compense al menos parcialmente la fuerza vertical ejercida por el oleaje;
 - la figura 3a es un gráfico que ilustra tanto la respuesta del cuerpo flotante de la figura 1a en levantamiento como las fuerzas excitadoras verticales globales ejercidas sobre este cuerpo flotante, en función del período del oleaje;
 - 40 - la figura 3b ilustra a título comparativo la respuesta de un cuerpo flotante no configurado de modo que la masa de agua en la abertura central compense al menos parcialmente las fuerzas excitadoras verticales ejercidas por el oleaje;
 - las figuras 4a y 4b ilustran esquemáticamente el movimiento del cuerpo flotante de la figura 1a y de la masa de agua en su abertura central con un oleaje cercano o igual al período de golpeo propio en levantamiento del cuerpo flotante;
 - 45 - las figuras 5a, 5b, 5c y 5d ilustran esquemáticamente vistas superiores de cuerpos flotantes según diferentes modos de realización de la invención;
 - las líneas 6a, 6b y 6c ilustran esquemáticamente tres modos de realización diferentes de cuerpos flotantes con placas horizontales en proyección en la abertura central;
 - 50 - la figura 7 ilustra esquemáticamente un modo de realización de un cuerpo flotante con cámaras de amortiguación alrededor de la abertura central;
 - la figura 8 ilustra esquemáticamente un modo de realización de un cuerpo flotante con rejillas antivuelco; y
 - la figura 9 ilustra esquemáticamente un dispositivo antivuelco para un cuerpo flotante según otro modo de realización

55

Descripción detallada de la invención

Un cuerpo flotante anular 1 según un primer modo de realización de la invención se ilustra en las figuras 1a y 1b. Este cuerpo flotante 1 tiene una forma cuadrada y presenta una abertura central 2 en pozos también forma cuadrada. El
60 cuerpo flotante 1 también comprende un aerogenerador 3 situado excéntricamente en el cuerpo flotante 1. Aunque el aerogenerador 3 ilustrada es una turbina de rotor de eje horizontal, de otros tipos de aerogeneradores, de eje horizontal o vertical, con uno o varios rotores, con o sin caja de reducción interpuesta entre rotor y generador, o con cualquier número de palas, también se pueden considerar. También sería considerable instalar varios aerogeneradores en un mismo cuerpo flotante. Además, tal cuerpo flotante puede usarse alternativamente para soportar otros tipos de
65 instalaciones, como, por ejemplo, otros tipos de dispositivos de explotación de energías marinas, tales como la energía de las olas, del oleaje, de las mareas o de las corrientes, la energía térmica de los mares, la energía osmótica del mar,

u otros. El cuerpo flotante 1 consta también de un dispositivo de anclaje que comprende, en este modo de realización, una pluralidad de líneas de anclaje 4. No obstante, también se pueden contemplar otros dispositivos de anclaje alternativos conocidos por los expertos en la materia.

5 El cuerpo flotante 1 presenta un calado de agua bajo, que permite, de este modo, su uso en aguas poco profundas, así como una obra muerta baja, que permite un fácil acceso para las operaciones de mantenimiento del aerogenerador 3.

10 El cuerpo flotante 1 y su abertura central 2 están dimensionados de tal manera que en el agua, con un oleaje de un período sustancialmente igual a un período propio del cuerpo flotante en levantamiento, la masa de agua en la abertura central 2 oscile sustancialmente en oposición de fase al oleaje. De esta manera, las fuerzas verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por esta masa de agua que oscila en la abertura central sustancialmente en oposición de fase en relación con el oleaje, estarán también sustancialmente en oposición de fase a las fuerzas excitadoras verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante por el oleaje.

15 Tanto la masa agregada M_a como las fuerzas verticales ejercidas por el oleaje y la oscilación vertical de la masa de agua en la abertura central 2 en función del período del oleaje para diferentes configuraciones del cuerpo flotante: 1, y, por lo tanto, la relación óptima entre el período propio $T_{\text{pistón}}$ y el período propio $T_{\text{tirón}}$ para la extinción de las fuerzas de excitación verticales se puede calcular con los códigos de radiación-difracción conocidos por los expertos en la materia. Para un cuerpo flotante 1 que presenta la configuración ilustrada en las figuras 1A y 1B, la masa agregada M_a es de aproximadamente 0,55 veces M , mientras que la relación óptima $T_{\text{pistón}}/T_{\text{tirón}}$ para obtener una fase de oposición de la oscilación de la masa de agua en la abertura central en relación con el oleaje es entre 1,25 y 1,55, en particular, alrededor de 1,40. Aplicando estos valores a la ecuación (3), se deduce que, si la abertura central 2 es cuadrada, la longitud l de un lado de la abertura central 2 es de aproximadamente 4,0 veces el calado de agua d . Si aplicamos esta relación para sustituir el calado de agua d en la ecuación de desplazamiento del cuerpo flotante 1 cuadrado:

$$M = \rho(L^2 - l^2)d \quad (5)$$

30 se obtiene el siguiente polinomio de tercer grado:

$$\frac{\rho}{4,0} l^3 - \frac{\rho L^2}{4,0} l + M = 0 \quad (6)$$

35 A partir de un desplazamiento M y de una longitud L del cuerpo flotante 1 dado, por tanto, es posible calcular el tamaño óptimo de la abertura central 2 para obtener una oposición de fase a la masa de agua en la abertura central en comparación: con el oleaje y, por lo tanto, la extinción al menos parcial de las fuerzas verticales de excitación vertical ejercidas sobre el cuerpo flotante 1. A partir de las longitudes L e l y del desplazamiento M , el calado de agua d también se puede calcular directamente.

40 De este modo, para una extinción al menos parcial de las fuerzas de excitación verticales en un cuerpo flotante 1 cuadrado con un desplazamiento M de 5900 toneladas métricas y una longitud L de 39 m de lado, al propio período de $T_{\text{tirón}}$ de levantamiento del cuerpo flotante 1, cada lado de su abertura central 2, también cuadrada, puede presentar una longitud l de 23 m. Con estas dimensiones, y en agua de mar con una densidad de aproximadamente 1027 kg/m³, el cuerpo flotante 1 presenta un calado de agua d de 5,8 m. Dentro del intervalo definido por la fórmula (4), si se mantiene la forma cuadrada con $L=39$ m y $l=23$ m, pueden contemplarse modos de realización alternativas con diferentes tonelajes y un calado de agua que varía entre 4,4 m y 8,4 m.

50 En la figura 2 se ilustran las respuestas del cuerpo flotante 1, de otro cuerpo flotante que también presenta una abertura central, sin embargo, no está optimizado para minimizar el levantamiento del cuerpo flotante, y de un cuerpo flotante sin abertura central. La curva 201 representa la función de transferencia de $RAO_{\text{tirón}}$ entre la amplitud del oleaje y la amplitud del levantamiento del cuerpo flotante 1. La curva 202 representa, a título comparativo, la función de transferencia de entre la amplitud del oleaje y la amplitud del cuerpo flotante anular no optimizada, y la curva 203 que corresponde al cuerpo flotante sin abertura central.

55 Como puede verse en la curva 203, el cuerpo flotante sin abertura central presenta un período propio de aproximadamente 8,5 s, en la que la función de transferencia de $RAO_{\text{tirón}}$ alcanza un máximo de 1,08. El cuerpo flotante anular no optimizado cuya respuesta está representada por la curva 202 presenta un máximo aún mayor de casi 1,4 en un período propio de aproximadamente 9,5 s. Sin embargo, la curva 201 correspondiente al cuerpo flotante anular 1 según el primer modo de realización no presenta tal máximo, y no supera un valor de 1.

60 Esto se debe al hecho de que el período propio en levantamiento $T_{\text{tirón}}$ del cuerpo flotante 1, que en este ejemplo es de 5,8 s, aproximadamente corresponde a un mínimo en la amplitud de la fuerza excitadora vertical ejercida por el

agua en el cuerpo flotante 1. En la figura 3a, en donde la curva 201 se superpone a una curva 301 que representa la función de transferencia RAO_{fuerza} entre la amplitud del oleaje y la amplitud del conjunto de fuerzas excitadoras verticales en el cuerpo flotante 1, se puede ver cómo esta curva 301 presenta un mínimo en un período de T_{fuerza} , en este ejemplo 6,1 s, muy cerca del período propio en levantamiento $T_{tirón}$ del cuerpo flotante 1. Esto es causado por la
 5 oscilación vertical de la masa de agua en la abertura central 2, desfasada en relación con el oleaje y al menos cancelando parcialmente la fuerza excitadora ejercida por el oleaje en el cuerpo flotante 1 en este período T_{fuerza} y en períodos cercanos, como se representa esquemáticamente en las figuras 4a y 4b.

La oscilación vertical en el modo de pistón de la masa de agua contenida en la abertura central 2 presenta entonces,
 10 en efecto, una oposición de fase en relación con el oleaje. Las entradas y salidas de esta masa de agua inducen un flujo que oscila alrededor del cuerpo flotante 1 que compensará, al menos parcialmente, el campo de presión del oleaje en el cuerpo flotante 1. Esto también puede expresarse como una oposición de fase entre las fuerzas de Froude-Krylov y las fuerzas de difracción ejercidas sobre el cuerpo flotante.

15 Para una buena eficacia del dispositivo, el período propio del modo de pistón $T_{pistón}$ debería ser superior al período propio en el levantamiento $T_{tirón}$ del cuerpo flotante. El período de extinción de las fuerzas excitadoras se interpone, en general, entre el período propio del modo de pistón $T_{pistón}$ y el período propio en levantamiento $T_{tirón}$ del cuerpo flotante 1. Así, en general, se tiene $T_{tirón} < T_{fuerza} < T_{pistón}$.

20 A título comparativo, en la figura 3b, la curva 202 de la respuesta $RAO_{tirón}$ del cuerpo flotante anular no optimizado se superpone a una curva 302 que representa la función de transferencia RAO_{fuerza} entre la amplitud del oleaje y la amplitud de fuerzas excitadoras verticales en el cuerpo flotante anular no optimizado, y que presenta un período propio en levantamiento $T_{tirón}$ de 9,5 s. Como en este caso, el período $T_{tirón}$ no está cerca del período de T_{fuerza} , las fuerzas excitadoras ejercidas por el oleaje en el cuerpo flotante no optimizado no disminuyen sustancialmente por la oscilación
 25 vertical de la masa de agua en su abertura central. De lo contrario, la resonancia en levantamiento es aún peor en comparación con un cuerpo flotante sin abertura central.

Para equilibrar el cuerpo flotante 1 y compensar el peso del aerogenerador 3, el cuerpo flotante 1 está lastrado en el
 30 lado opuesto de este aerogenerador 3. No obstante, en un modo de realización alternativo ilustrada en la figura 5a, el peso en lastre puede minimizarse aumentando el volumen sumergido, y, por lo tanto, el desplazamiento, del cuerpo flotante 1 cerca del aerogenerador 3. Además, en otros modos de realización, el cuerpo flotante 1 puede tener otras formas distintas de la forma cuadrada del primer modo de realización. De este modo, en el modo de realización
 35 ilustrada en la figura 5b, el cuerpo flotante 1 tiene una forma circular, y en los que se ilustra en la figura 5c y 5d, formas triangulares.

Los cuerpos flotantes según los diferentes modos de realización de la invención pueden construirse con una variedad
 40 de materiales, tales como, por ejemplo, materiales de metales ferrosos, como el acero, o no ferrosos, como el aluminio o sus aleaciones, materiales minerales tales como el hormigón, o materiales sintéticos, de los cuales, los materiales compuestos, así como combinaciones de varios de estos diferentes materiales.

Además, un cuerpo flotante según un cualquiera de los modos de realización también puede comprender apéndices
 45 en su contorno exterior y/o en la abertura central, para aumentar la masa de agua agregada que acompaña al cuerpo flotante en sus movimientos verticales y/o modificar el período propio $T_{pistón}$ del modo de pistón de oscilación de la masa de agua en la abertura central. Las figuras 6a, 6b y 6c ilustran de este modo tres configuraciones potenciales de placas horizontales 5 instaladas alrededor del contorno de la abertura central 2 de tal cuerpo flotante 1 para ajustar el período propio $T_{pistón}$. Para amortiguar la sacudida del agua en la abertura central 2, también puede presentar, en su contorno, cámaras de amortiguación 6 separadas del centro de la abertura central 2 por paredes 7 que presentan
 50 orificios 8 para el paso del agua como se ilustra en la figura 7. Dispositivos de amortiguación de balanceo, tales como, por ejemplo, tales como quillas antivuelco, o disposiciones de tanques antivuelco activos o pasivos, también se puede incorporar en el cuerpo flotante. La figura 8 ilustra un cuerpo flotante 1 con quillas antivuelco 9 cuya resistencia hidrodinámica amortigua las oscilaciones en balanceo del cuerpo flotante. Un tanque antivuelco pasivo es un tanque que contiene una masa de líquido y está dimensionado de tal manera que la sacudida del líquido amortigua el balanceo. Una disposición activa de tanques antivuelco, ilustrada en la figura 9, consta de dos tanques antivuelco 10A y 10B, conectados en la parte inferior por un tubo 11 en forma de U y llenados con una masa de líquido. En ese caso,
 55 el balanceo induce un desplazamiento de líquido, a través del tubo 11, entre los tanques 10A y 10B. Por la resistencia del tubo 11 al flujo del líquido, es posible amortiguar el balanceo. El tubo 11 puede constar de medios para ajustar esta resistencia al flujo.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a ejemplos de realización específicos, es obvio que se
 60 pueden hacer diferentes modificaciones y cambios a estos ejemplos sin apartarse del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones. En consecuencia, la descripción y los dibujos deben considerarse en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Cuerpo flotante anular (1) que consta de una abertura central (2) en pozos, **caracterizado por que** está configurado con una superficie de flotación S_0 , una superficie S_1 de la abertura central en un plano de flotación, un calado de agua d y una masa M , según la fórmula:

$$1,25 < \sqrt{\frac{\rho S_0 (d + 0,52\sqrt{S_1})}{M + M_a}} < 1,55$$

en donde p es una densidad del agua y M_a una masa de agua agregada que oscila en fase con el cuerpo flotante (1) y que corresponde a entre 0,45 y 0,85 veces la masa M del cuerpo flotante, de modo que un período apropiado $T_{pistón}$ de un modo de pistón de oscilación vertical de dicha masa de agua en la abertura central (2) sea entre 1,25 y 1,55 veces un período propio $T_{tirón}$ del cuerpo flotante (1) en levantamiento, para que, en el agua, con un oleaje de un período sustancialmente igual a un período propio del cuerpo flotante (1) en movimiento de levantamiento, fuerzas verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante (1) por una masa de agua que oscila en la abertura central (2) en oposición de fase en relación con el oleaje, compensen al menos parcialmente unas fuerzas excitadoras verticales ejercidas sobre el cuerpo flotante (1) por el oleaje.

2. Cuerpo flotante anular (1) según la reivindicación 1, que consta de al menos una carga útil.

3. Cuerpo flotante anular (1) según la reivindicación 2, en donde dicha al menos una carga útil comprende al menos un dispositivo de explotación de energía.

4. Cuerpo flotante anular (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en donde la al menos una carga útil se sitúa excéntrica en relación con el cuerpo flotante (1).

5. Cuerpo flotante anular (1) según la reivindicación 4, que presenta un mayor volumen sumergido cerca de la al menos una carga útil.

6. Cuerpo flotante anular (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que consta, además, de al menos un dispositivo de anclaje.

7. Cuerpo flotante anular (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que consta, además, de al menos un dispositivo de amortiguación de balanceo.

8. Cuerpo flotante anular (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que consta, además, de al menos un apéndice externo y/o en la abertura central para ajustar las características hidrodinámicas del cuerpo flotante.

9. Cuerpo flotante anular (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que consta, además, en un contorno de la abertura central, de al menos una cámara de amortiguación en comunicación restringida con la abertura central (2).

10. Procedimiento de extinción al menos parcial de un movimiento de levantamiento de un cuerpo flotante (1) en el agua sometido a un oleaje de un período sustancialmente igual a un período propio en levantamiento, en donde dicho cuerpo flotante (1) presenta una superficie de flotación S_0 , una abertura central (2) en pozos con una superficie S_1 en un plano de flotación, un calado de agua d y una masa M según la fórmula:

$$1,25 < \sqrt{\frac{\rho S_0 (d + 0,52\sqrt{S_1})}{M + M_a}} < 1,55$$

en donde p es una densidad del agua y M_a una masa de agua agregada que oscila en fase con el cuerpo flotante (1) y que corresponde a entre 0,45 y 0,85 veces la masa M del cuerpo flotante, de modo que el período apropiado $T_{pistón}$ de un modo de pistón de oscilación vertical de una masa de agua en la abertura central (2) sea entre 1,25 y 1,55 veces un período propio $T_{tirón}$ del cuerpo flotante (1) en levantamiento, para que dicha masa de agua en la abertura central (2) oscile en oposición de fase en relación con el oleaje, para ejercer sobre el cuerpo flotante unas fuerzas verticales opuestas a unas fuerzas excitadoras verticales ejercidas por el oleaje.

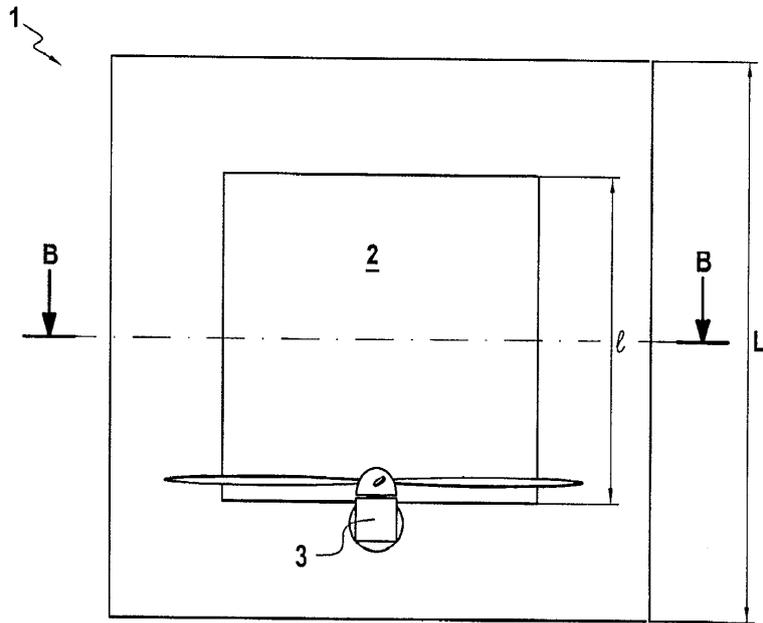


FIG. 1A

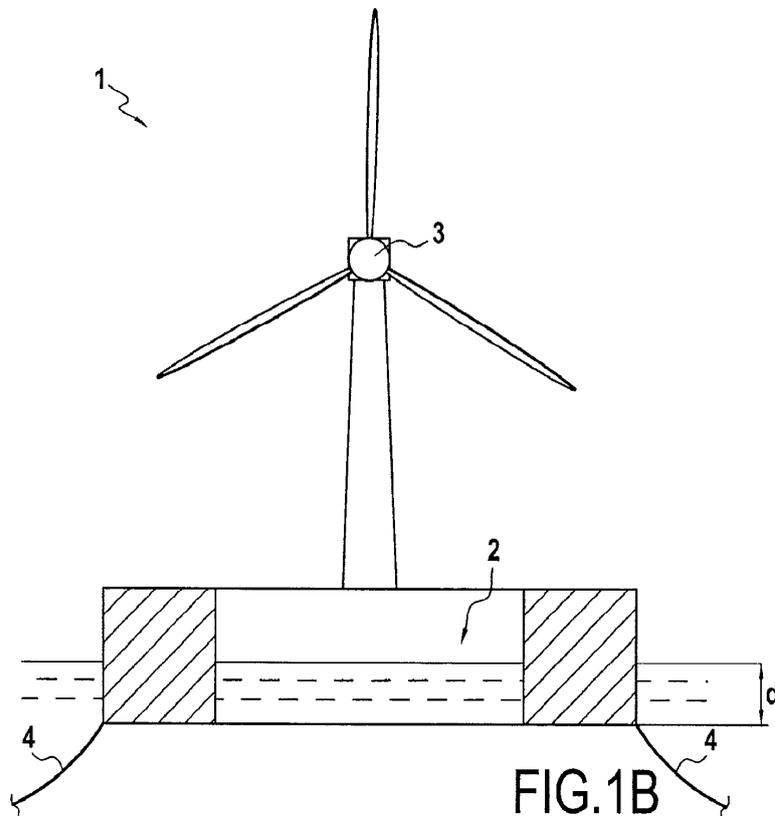


FIG. 1B

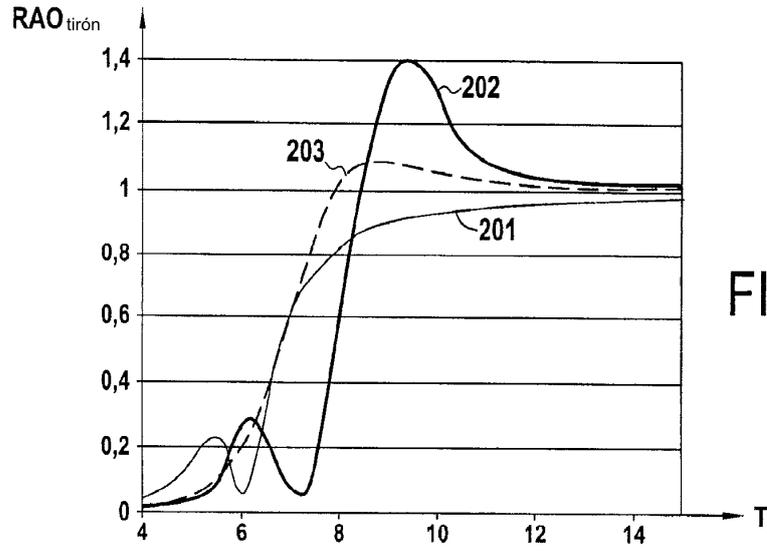


FIG.2

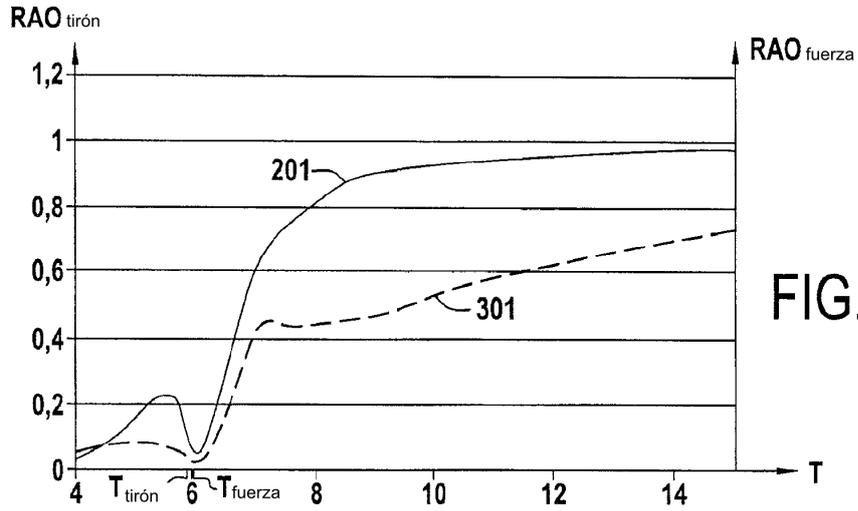


FIG.3A

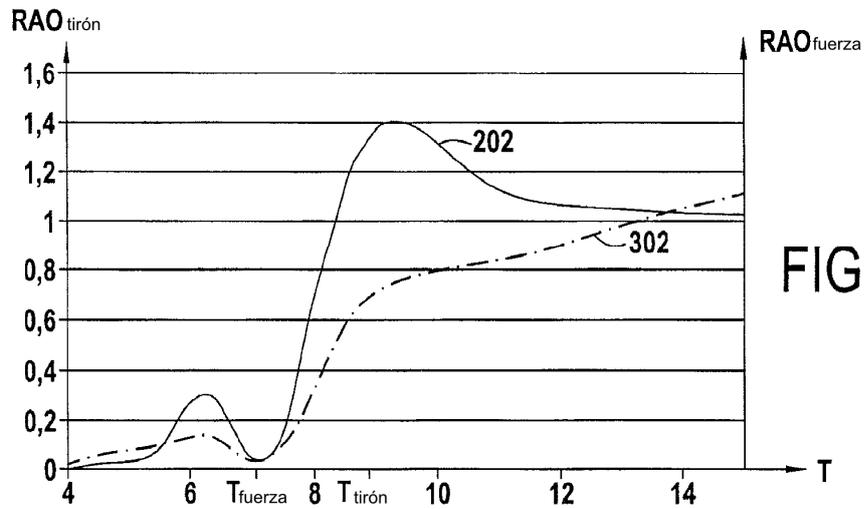


FIG.3B

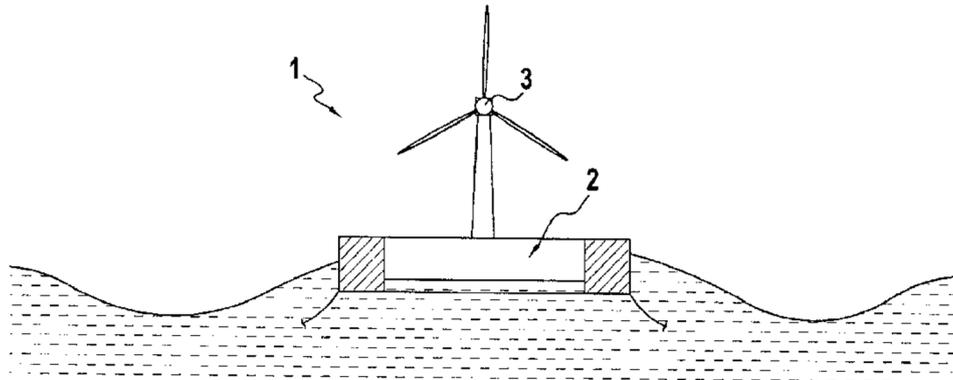


FIG. 4A

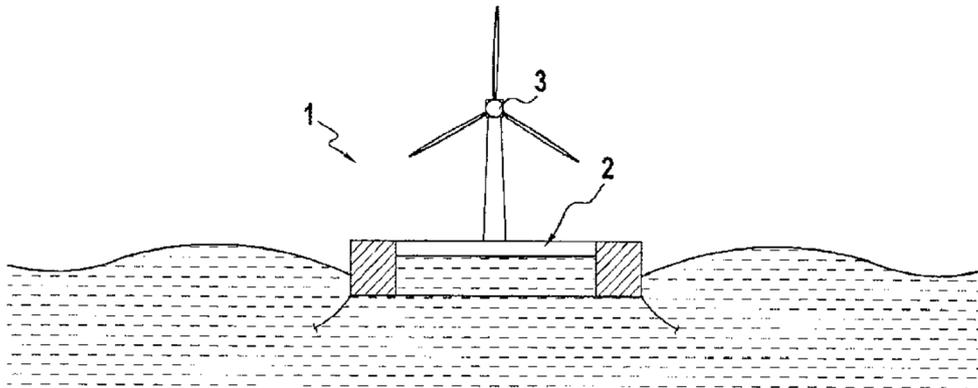


FIG. 4B

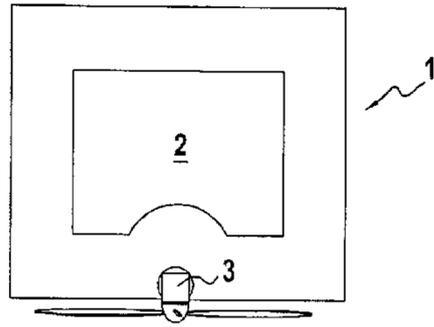


FIG. 5A

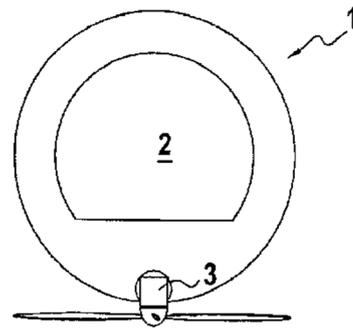


FIG. 5B

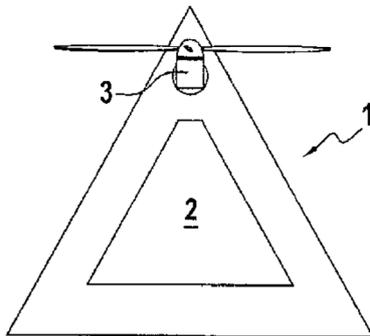


FIG. 5C

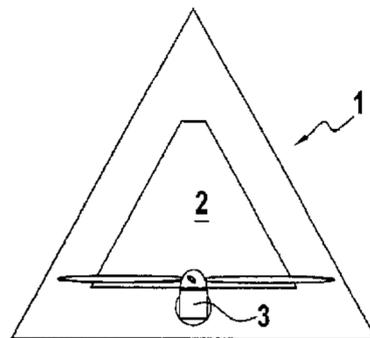


FIG. 5D

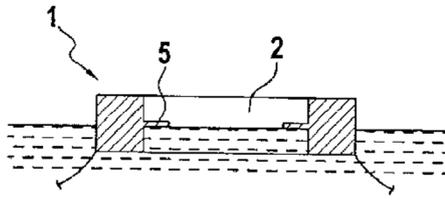


FIG. 6A

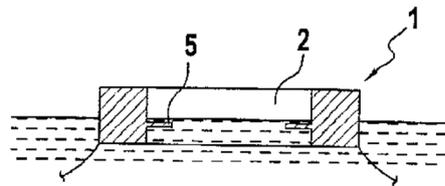


FIG. 6B

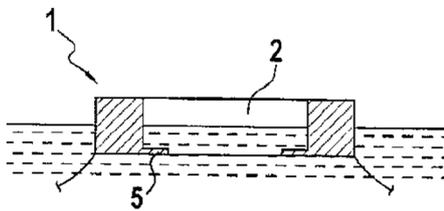


FIG. 6C

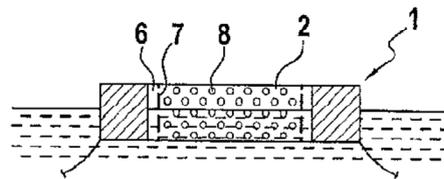


FIG. 7

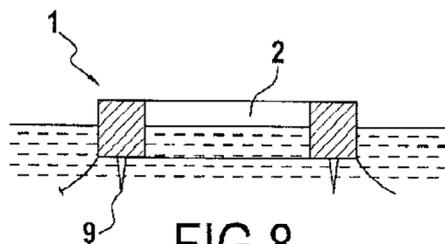


FIG. 8

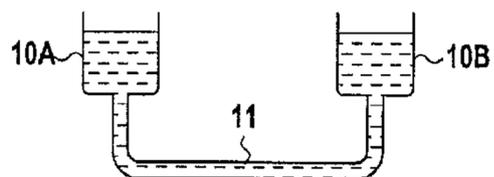


FIG. 9