

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 918**

51 Int. Cl.:

F03B 13/10 (2006.01)

F03B 13/20 (2006.01)

F03B 13/16 (2006.01)

F03B 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2012 PCT/US2012/030603**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12135138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012 E 12764284 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2691638**

54 Título: **Dispositivo convertidor de energía del oleaje de modo múltiple**

30 Prioridad:

28.03.2011 US 201161516003 P

28.03.2011 US 201161516004 P

28.03.2011 US 201161516025 P

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

01.12.2017

73 Titular/es:

OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)

1590 Reed Road

Pennington, NJ 08534, US

72 Inventor/es:

STEWART, DAVID, B. y

EDER, JAMES, E.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 644 918 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 convertidor de energía del oleaje de modo múltiple

5 La invención se refiere a dispositivos convertidores de energía del oleaje (WEC) y boyas (sistemas) de WEC que están configurados para producir energía de forma eficiente en respuesta a las olas cuyos períodos (o longitudes de onda) pueden variar sustancialmente en función del tiempo.

Ciertos dispositivos WEC están diseñados para ser lo más eficientes en respuesta a ondas de alta amplitud, de periodo largo, estos dispositivos WEC están diseñados para responder principalmente a un movimiento de arriba abajo (oscilación) de las olas. Los dispositivos WEC accionados por "oscilación" tienden a ser ineficientes en respuesta a olas de período corto que provocan un cabeceo.

10 Otros dispositivos WEC están diseñados para ser más eficientes en respuesta a olas de período corto que tienden a causar un cabeceo (o un alabeo) de los dispositivos WEC. Pero estos dispositivos WEC "accionados por cabeceo" tienden a ser ineficientes en respuesta a ondas de periodo largo que provocan que la boya WEC se mueva principalmente arriba y abajo (oscilación).

15 Utilizando principalmente (o sólo) un dispositivo WEC sensible a oscilación cuando los períodos de las olas pueden ser caracterizados como "cortos" es ineficiente y no es satisfactorio. Del mismo modo, utilizar principalmente (o sólo) un dispositivo WEC sensible al cabeceo cuando los períodos de las olas pueden ser caracterizados como "largos" es también ineficiente y no satisfactorio.

20 Por lo tanto es deseable tener un sistema WEC que pueda producir energía de forma eficiente a medida que los períodos de la ola varíen a lo largo de un rango amplio; es decir, a medida que la periodicidad de las olas varíe entre "largas" y "cortas".

También es deseable tener dispositivos WEC que puedan ser eficientes en respuesta al movimiento de oscilación y/o cabeceo para producir una cantidad sustancial de energía de forma eficiente a medida que los períodos de las olas varían a lo largo de un rango amplio.

25 El documento US 7443046B2 divulga un dispositivo WEC con un contenedor diseñado para extenderse a lo largo de la superficie de un cuerpo de agua y para ser sensible al movimiento de oscilación de las olas en el cuerpo de agua. Un dispositivo WEC sensible a la oscilación es montado dentro, y generalmente alrededor, de la porción central del contenedor para responder principalmente al movimiento de oscilación del contenedor. Un dispositivo de toma de potencia (PTO) está acoplado al dispositivo WEC para producir energía útil.

30 El documento US 2009160191A1 divulga un dispositivo WEC que tiene masas oscilantes ajustables moviéndolas arriba y abajo en brazos oscilantes que las soportan, y masas de contra-oscilación que también son ajustables arriba y abajo.

Resumen de la invención

35 En la discusión que sigue y en la reivindicaciones adjuntas a la misma la referencia un sistema WEC o a una boya WEC se entiende que incluye un contenedor (también "lata", "casco", o "carcasa") de cualquier forma adecuada, en la cual están situados los dispositivos WEC. Las olas que impactan sobre el contenedor provocan que se mueva. Los dispositivos WEC contenidos en el contenedor son diseñados para moverse en respuesta al movimiento del contenedor para producir una energía útil (por ejemplo, energía eléctrica).

40 La invención se caracteriza porque N dispositivos (WEC) convertidores de energía del oleaje sensibles al cabeceo son montados dentro del contenedor y en general alrededor de la periferia exterior del contenedor, siendo diseñados dichos N dispositivos WEC sensibles al cabeceo para responder al movimiento de cabeceo del contenedor, donde N es igual o mayor que 1; un dispositivo de toma de potencia (PTO) es acoplado a cada uno de dichos N dispositivos WEC sensibles al cabeceo para producir energía útil, y dichos N dispositivos WEC sensibles al cabeceo incluyen una primera masa de reacción situada cerca o en el extremo del contenedor y una segunda masa de reacción situada cerca del extremo opuesto del contenedor, y medios acoplados a y que interconectan dichas masas de reacción de manera que las masas de reacción se mueven generalmente arriba y abajo y de tal manera que cuando una masa se mueve hacia arriba la otra masa se mueve hacia abajo y cuando esa masa se mueve hacia abajo la otra masa se mueve hacia arriba.

50 La invención del solicitante está dirigida un sistema WEC que es eficiente y rentable cuando es accionado por olas cuya periodicidad varía a lo largo de un rango amplio. Esto se consigue mediante un sistema WEC que puede funcionar para producir energía útil (potencia) de forma eficiente en respuesta a un movimiento de oscilación y/o un movimiento de cabeceo y/o un movimiento de alabeo.

Algunos de los dispositivo WEC producen energía de forma más eficiente en respuesta a olas ("oscilación") largas y algunos de los dispositivos WEC producen energía de forma más eficiente respuesta a olas ("cabeceo") cortas. Las

salidas de los dispositivos WEC son combinadas para producir una cantidad significativa de energía a lo largo de un rango amplio de periodo de ola.

5 Los dispositivos WEC adecuados para la inclusión en el contenedor de la boya WEC utilizada para llevar a la práctica la invención pueden caracterizarse como: (a) que son principalmente accionados por "cabeceo" (o alabeo) y sensibles al "cabeceo" (o alabeo); (b) son principalmente accionados por "oscilación" y sensibles a la oscilación; y (c) son híbridos de manera que son sensibles al cabeceo (o alabeo) y a la oscilación (como una función de su posición dentro de un contenedor).

10 Un dispositivo WEC accionado por "cabeceo" (PDWEC) tal y como se utiliza el término en el presente documento, y se ilustra en las figuras, se refiere a un dispositivo WEC que es diseñado para ser sensible principalmente a olas que provocan la inversión hacia delante y hacia atrás ("cabeceo") de la boya WEC, un dispositivo WEC accionado por "oscilación" tal y como se utiliza el término en el presente documento, y se ilustra en las figuras, se refiere a un dispositivo WEC que está diseñado para ser sensible principalmente a olas que provocan que la boya WEC se mueva hacia arriba y hacia abajo ("oscilación"). Un dispositivo WEC (híbrido) de cabeceo y/u oscilación tal y como se utiliza el término en el presente documento, y se ilustra en las figuras, se refiere a un dispositivo WEC que está diseñado para ser sensible tanto al cabeceo como a la oscilación (y al alabeo).

15 Los contenedores de las boyas WEC utilizados para llevar a la práctica la invención pueden tener cualquier forma (simétrica y/o asimétrica) diseñada para mejorar la respuesta del contenedor a al menos uno de, la oscilación, el cabeceo o el alabeo y que contiene al menos un dispositivo WEC para responder al cabeceo y al menos un dispositivo WEC para responder a la oscilación. Los dispositivos WEC sensibles principalmente al cabeceo están situados generalmente en el contenedor a lo largo de su periferia exterior y los dispositivos accionados por oscilación están generalmente situados alrededor del centro del contenedor.

Los dispositivos WEC tienen dispositivos de toma de potencia (PTO) que producen energía útil (por ejemplo, eléctrica) en respuesta al movimiento de sus respectivos contenedores de boya WEC.

Breve descripción de los dibujos

25 En los dibujos que acompañan que no están dibujados a escala, caracteres de referencias similares denotan componentes similares; y

La figura 1 es una representación de diagrama de bloques altamente simplificada de una boya WEC de "modo múltiple" que utiliza dispositivos WEC sensibles al cabeceo y sensibles a la oscilación, de acuerdo con la invención;

30 La figura 2 es una vista en sección transversal idealizada de una boya WEC de "modo múltiple" (MMWEC) que implementa la invención que ilustra el uso de un dispositivo PDWEC y un dispositivo WEC accionado por oscilación situado de forma central;

Las figuras 2A y 2B son diagramas en sección transversal altamente simplificados de otros dispositivos PDWEC que pueden ser utilizados en combinación con un dispositivo WEC accionado por oscilación situado de forma central para llevar a la práctica la invención;

35 La figura 2C es una vista superior simbólica altamente simplificada de una boya WEC que contiene dispositivos PDWEC y dispositivos WEC sensibles a la oscilación, de acuerdo con la invención;

La figura 3 es un diagrama de bloques altamente simplificado de un circuito de combinación de potencia del sistema WEC de, por ejemplo, las figuras 1 y 5;

40 La figura 4 es un diagrama en sección trasversal simplificado de un dispositivo WEC sensible a la oscilación del estado de la técnica anterior que puede ser utilizado para llevar a la práctica la invención.

La figura 5 es una vista en sección transversal idealizada de una boya MMWEC que implementa la invención que tiene dispositivos WEC sensibles al cabeceo y a la oscilación (P&HWEC) a lo largo de la periferia del contenedor y un dispositivo WEC sensible a la oscilación situado de forma central;

45 La figura 5A es una vista superior altamente simplificada que muestra la distribución de los dispositivos P&HWEC a lo largo de la periferia exterior del contenedor de boya WEC y un dispositivo WEC sensible a la oscilación situado de forma central dentro del contenedor;

La figura 6 es una vista isométrica que muestra un dispositivo P&HWEC que implementa la invención montado dentro del contenedor, de acuerdo con la invención;

50 La figura 6A es una vista en sección transversal altamente simplificada del dispositivo P&HWEC de la figura 6 y un dispositivo de oscilación montado de forma central;

La figura 7A es un dibujo en sección transversal simplificada de un dispositivo P&HWEC del tipo mostrado en la figura 6 con un controlador y un muelle hidráulico;

La figura 7B es un dibujo de una modificación al dispositivo WEC de las figuras 6 y 7A utilizando dos correas para minimizar la flexión;

Las figuras 8A, 8B y 9 son diagramas en sección transversal altamente simplificados de las boyas MMWEC que implementan la invención;

5 La figura 10 es un diagrama en sección transversal altamente simplificado de una boya MMWEC que tiene un casco cuyo lado inferior es de una forma irregular (triangular en el dibujo)

La figura 11 es un diagrama en sección transversal altamente simplificado de una boya MMWEC que implementa la invención conformada para proporcionar una carrera aumentada de los dispositivos WEC;

10 La figura 12 es un diagrama ilustrativo de parte de un dispositivo P&HWEC de masa rotacional que implementa la invención utilizando un tambor al cual están acoplados la masa de reacción y un muelle;

Las figuras 12A y 12B son diagramas que ilustran el movimiento del dispositivo WEC de la figura 12;

La figura 12C es un diagrama que ilustra que el muelle puede ser "cabeceado bajo la masa de reacción, o un brazo de palanca, para permitir una disminución en la longitud del contenedor;

15 La figura 12D es una gráfica que muestra que el par de rotación aplicado por el muelle en la figura 12A es generalmente lineal;

La figura 12E es un diagrama ilustrativo de parte de un dispositivo P&HWEC de masa rotacional que implementa la invención utilizando un tambor al cual están acoplados la masa de reacción y un muelle hidráulico rotatorio;

20 La figura 13 es un diagrama ilustrativo de un dispositivo P&HWEC de masa rotacional el cual puede ser utilizado para llevar a la práctica la invención utilizando una leva/tambor a la cual están acoplados una masa de reacción y un muelle;

Las figuras 13A y 13B son diagramas que ilustran el movimiento del dispositivo WEC de la figura 13;

La figura 13C es un gráfico que muestra un par de rotación no lineal que puede producirse utilizando el dispositivo de la figura 13;

25 Las figuras 14A y 14B son vistas superior y en sección transversal respectivamente de tres (3) dispositivos WEC de masa rotacional montados para rotar a lo largo de la periferia exterior de una boya WEC de acuerdo con la invención;

Las figuras 15A y 15B son vistas superior y en sección transversal respectivamente de tres (3) dispositivos de masa rotacional montados para rotar dentro de una boya WEC de acuerdo con la invención; y

30 La figura 16 es un diagrama en sección transversal representativo simplificado del dispositivo WEC que implementa la invención utilizando un muelle hidráulico.

Descripción detallada de las figuras

35 Un aspecto de esta invención se refiere a un sistema convertidor de energía del oleaje (WEC), o a una boya WEC, que funciona para combinar la salida de al menos un convertidor de energía del oleaje (WEC) "accionado por cabeceo" (PD) Con la salida de al menos un dispositivo WEC accionado por "oscilación". De acuerdo con la invención, los dispositivos WEC que funcionan en diferentes modos están contenidos dentro del mismo recinto (contenedor) sensible a olas para producir energía de una manera efectiva aunque las longitudes de onda de las olas varían a lo largo de un rango muy amplio.

40 Con referencia la figura 1, se muestra una boya 10 WEC que incluye un contenedor 100 que contiene: (a) dispositivos 101, 103 WEC sensibles al "cabeceo" que comprenden WEC#1, WEC#2 y sus respectivos dispositivos PTO#1, PTO#2 de toma de potencia; y (b) un dispositivo 105 sensible a la "oscilación" que comprende WEC#3 y su respectivo dispositivo PTO#3 de toma de potencia. En la figura 1, las salidas de los dispositivos (PTOs#1, PTO#2 y PTO#3) son suministradas a un combinador 107 de potencia, por lo que todos los dispositivos WEC contribuyen a la potencia total generada por la boya 10 WEC.

45 En general, tal y como se discute adicionalmente más abajo, los dispositivos WEC sensibles al cabeceo (o al alabeo) están situados cerca de la periferia exterior del contenedor 100 y los dispositivos WEC sensibles a la oscilación están situados alrededor del centro del contenedor. El contenedor 100 puede estar diseñado y conformado para optimizar la respuesta a ciertos movimientos de las olas y puede ser simétrico o asimétrico en su forma. El contenedor 100 puede estar diseñado de manera que tiende a cabecear a la parte frontal y posterior más fácilmente y/o a oscilar más fácilmente y/o a alabear más fácilmente. En la figura 1, el extremo frontal izquierdo inferior y el
50 extremo posterior inferior derecho se muestra que están angulados para incrementar el cabeceo frontal y posterior del contenedor en respuesta a la acción de la ola.

En respuesta a las olas “cortas”, los dispositivos WEC sensibles al cabeceo (o al alabeo) (por ejemplo, 101, 103) producirán más potencia de forma eficiente, y, en respuesta a las olas “largas”, los dispositivos WEC sensibles a la oscilación (por ejemplo 105) producirán más potencia de forma eficiente. Por tanto, de acuerdo con la invención, la boya que responde a, y extrae energía de, las fuerzas/movimientos de oscilación, cabeceo y alabeo de las olas. Por tanto, una boya MMWEC incluye diferentes tipos de WECs dentro del mismo contenedor. Un número de dispositivos WEC diferentes accionados por cabeceo/o alabeo” pueden ser utilizados para llevar a la práctica la invención (ver las figuras 2, 2A, 2B). Del mismo modo, un número diferente de dispositivos WEC accionados por oscilación puede utilizarse para llevar a la práctica la invención (ver las figuras 6, 12, 13).

La figura 2 es un diagrama en sección transversal simplificado que muestra un dispositivo (101, 103) WEC accionado por alabeo (PDWEC) cuyas masas de reacción están situadas a lo largo de la periferia exterior de un contenedor 100 y un dispositivo 105 WEC sensible a la oscilación mostrado en forma de bloque situado de forma central dentro del contenedor 100. Cada dispositivo PDWEC incluye una masa M1A de reacción situada en un extremo (por ejemplo, el extremo frontal o izquierdo del contenedor en la figura 2), y una masa M1B de reacción situada en el otro extremo (por ejemplo, el extremo posterior o derecho del contenedor en la figura 2) del contenedor 100. Tal y como se muestra en la figura 2, las masas M1A y M1B de reacción de cada dispositivo PDWEC están situadas de forma preferible a lo largo de la periferia exterior del contenedor 100.

La masa M1A tiene un terminal T1A de conexión superior y un terminal T1B de conexión inferior. De forma similar, la masa M1B tiene un terminal T2A de conexión superior y un terminal T2B de conexión inferior. El terminal T1A está acoplado al terminal T2A a través de un cable/correa 110 que se enrolla en rodillos R1 y R2. El terminal T1B está acoplado al terminal T2B a través de un cable/correa 112 que se enrolla alrededor de rodillos R4 y R3. En la figura 2 hay dos generadores 120a y 120b eléctricos que están dispuestos a lo largo de la base del contenedor 100, entre los rodillos R4 y R3 de tal manera que los generadores son accionados cuando el cable/correa 112 se mueve hacia atrás y hacia adelante. La correa 112 se enrolla desde el rodillo R4 alrededor del rodillo R5, después alrededor del generador 120a y del rodillo R6 y después a lo largo de la base del contenedor para enrollarse alrededor del rodillo R7, el generador 120b y el rodillo R8 y después alrededor del rodillo R3 hasta el terminal T2B. Las dos masas de reacción tienden a moverse arriba y abajo en dirección opuesta en respuesta al movimiento de cabeceo de la boya 10 y el contenedor 100.

En la figura 2, las masas (M1A y M1B) de reacción están acopladas entre sí a través de una conexión mecánica tal que cuando la masa de reacción en un extremo del contenedor es empujada hacia arriba, la masa de reacción en el extremo opuesto del contenedor es empujada hacia abajo. En respuesta a las olas superficiales, los extremos frontal y posterior del casco son empujados de forma repetida hacia arriba y hacia abajo provocando el movimiento de las masas de reacción. El movimiento de las masas de reacción emparejadas acciona un mecanismo de salida de energía (PTO) (por ejemplo, generadores 120a, 120b) el cual convierte el movimiento de las masas de reacción y de su mecanismo de acoplamiento en energía útil (por ejemplo, energía eléctrica). Por tanto, cuando las olas provocan el cabeceo de la boya 10 WEC, los dispositivos PDWEC producen una salida eléctrica significativa.

Otros dispositivos PDWEC que pueden ser utilizados para hacer que las boyas WEC implementen la invención son mostrados en las figuras 2A y 2B, las cuales son diagramas en sección transversal altamente simplificados. La figura 2A muestra un PDWEC que tiene dos masas de reacción que están situadas en extremos opuestos de un brazo de palanca rígido. La figura 2B muestra un PDWEC que tiene un par de masas de reacción rotatorias montadas en brazos de palanca que rotan alrededor de un pivote.

La figura 2C muestra un dispositivo WEC sensible a la oscilación situado de forma central dentro del contenedor 100 y cuatro (4) conjuntos de dispositivos PDWEC cuyas masas de reacción están distribuidas alrededor de la periferia del contenedor. Las masas (M1A, M1B; M2A, M2B; etc...) de reacción emparejadas de cada conjunto de dispositivos PDWEC pueden estar interconectadas tal y como se muestra en la figura 2, o de cualquier manera adecuada. Las masas de reacción pueden estar acopladas entre sí y a un PTO a través de una conexión de acoplamiento simple tal como un cable o una correa, tal y como se ha mostrado, o de forma alternativa, a través de un aparato hidráulico o neumático. La PTO puede ser una unidad completamente separada. De forma alternativa, puede ser más efectivo utilizar el mecanismo de acoplamiento como una parte de la PTO.

El dispositivo 105 WEC sensible a la oscilación situado de forma central alrededor del contenedor 100 puede ser, por ejemplo, del tipo mostrado en, la figura 4 del estado de la técnica anterior o como la mostrada en las Patentes US 7,443,046 y 8,067,849. Cualquier otro dispositivo sensible a la oscilación adecuado se puede utilizar para llevar a la práctica la invención. El dispositivo WEC sensible a la oscilación está preferiblemente situado alrededor de la porción del contenedor (por ejemplo, el centro) donde el efecto del movimiento de oscilación es más pronunciado.

Tal y como se muestra en las figuras (por ejemplo, las figuras 1, 5) cada uno de los dispositivos WEC tiene una PTO que puede incluir un generador eléctrico que produce energía eléctrica. Las salidas de generador pueden combinarse tal y como se muestra en la figura 3 la cual ilustra que las salidas de los PTOs individuales y sus generadores (120a, 120b, 120c) pueden ser procesados mediante un convertidor/regulador de potencia y suministrados a un combinador/procesador 107 para producir una salida de energía que es la suma de las salidas de todas las PTOs de la boya 10 WEC.

Boya WEC con dispositivo WEC sensible al cabeceo/oscilación y a la oscilación

Las figuras 5 y 5A muestran dispositivos (600a, 600b) WEC de cabeceo y de oscilación situados a lo largo de la periferia exterior del contenedor 100 y un dispositivo 105 WEC sensible a la oscilación situado alrededor del centro del contenedor. En las figuras 5, 5A y 6A se muestra un dispositivo 600a WEC situado en el extremo frontal (izquierdo en las figuras 5, 5A) de la boya 10 y otro dispositivo 600b WEC situado en el extremo posterior de la boya 10 (derecha en las figuras 5, 5A). Los dispositivos 600a, 600b WEC (que pueden ser del tipo mostrado en las figuras 6, 6A, 7A o 7B, o 12 o 13) pueden producir energía han respuesta al movimiento de cabeceo (o alabeo) y/o al movimiento de oscilación, dependiendo de su posición en el contenedor. Por lo tanto, estos dispositivos WEC que pueden responder al cabeceo (o alabeo) y/o a la oscilación (por ejemplo, 600a, 600b) pueden referirse como dispositivos P&HWEC o como "híbridos". Una boya MMWEC podría contener muchos dispositivos 600 P&HWEC. El dispositivo 105 sensible a la oscilación puede ser cualquier dispositivo WEC sensible a la oscilación adecuado, incluyendo un dispositivo 600 P&HWEC.

La figura 6 es un dibujo isométrico altamente simplificado del contenedor de un sistema 10 WEC que implementa la invención y una vista seccionada que muestra un dispositivo 600 P&HWEC que implementa la invención. El dispositivo 600 WEC incluye una masa de reacción que puede ir linealmente hacia arriba y hacia abajo guiada por raíles de guiado o alguna otra clase de sistema de guiado. Correas o cables transfieren la potencia mecánica desde la masa de reacción a uno o más generadores eléctricos. Un mecanismo de muelle (o un dispositivo de tipo de contrabalanceo) se necesita para mantener la masa de reacción cerca del centro de desplazamiento. A medida que el contenedor de boya se mueve hacia atrás y hacia delante u oscila hacia arriba y hacia abajo, la masa de reacción se moverá hacia arriba y hacia abajo con respecto a esta posición nominal. La función de mecanismo de muelle puede realizarse mediante dispositivos de muelle hidráulicos, neumáticos, electromecánicos (ver la figura 7A o 7B) o mecánicos. La función de muelle puede realizarse mediante un mecanismo que ejerce una fuerza de una forma lineal (por ejemplo, un cilindro hidráulico con un acumulador cargado de gas) sobre la masa o un dispositivo que ejerce un par de rotación de una forma rotatoria (torsional) de una o más de las poleas.

En la figura 6, 6A, 7 y 7A, la masa de reacción del dispositivo 600 WEC es restringida a un movimiento arriba y abajo y puede estar contenida dentro de un espacio relativamente estrecho. Por consiguiente, una boya 10 MMWEC del tipo mostrado en las figuras 5, 5A, 6 y 6A puede sostener varios dispositivos 600 P&HWEC. En la figura 6, el contenedor está conformado como una "lata de atún", pero el contenedor puede tener cualquier forma adecuada (por ejemplo, el casco de un barco). En respuesta a un movimiento hacia arriba o hacia abajo (oscilación) o un movimiento hacia delante y hacia atrás (cabeceo) de la lata 100, la masa de reacción tenderá a mover y accionar las correas o poleas enrolladas alrededor de piñones que provocan el movimiento rotacional de generadores conectados a los piñones.

La figura 6A es una vista en sección transversal idealizada de una boya MMWEC cuyo contenedor 100 incluye dispositivos 600a y 600b P&HWEC en extremos opuestos del contenedor 100 con un dispositivo 105 sensible a la oscilación situado alrededor del centro del contenedor. Las masas (M1, M2) de reacción y los dispositivos 600a, 600b WEC "frontal" y "posterior" no están acoplados de forma mecánica (o de otro modo) entre sí y pueden responder tanto a fuerza y movimientos de oscilación como de cabeceo (o alabeo) de la boya WEC. Estas masas de reacción pueden estar acopladas a través de correas dentadas a generadores (PTOs) eléctricos con piñones cuyos dientes se acoplan con las correas dentadas para resistir el movimiento de la correa(s) y extraer energía del movimiento de las masas de reacción.

La figura 7A es una vista en sección transversal de una parte del contenedor 100 que muestra una vista de sección transversal simplificada de un dispositivo 600 P&HWEC (funcionalmente similar a los dispositivos 600 WEC mostrados en las figuras 5 y 6). El dispositivo 600 WEC es capaz de: (a) responder de forma eficiente a los movimientos y fuerzas de cabeceo, oscilación, y/o alabeo cuando está situado en la parte frontal o posterior o, en general, a lo largo de la periferia exterior de la lata 100; y (b) responder de forma eficiente al movimiento y fuerzas de oscilación si está situado generalmente alrededor del centro de la lata 100.

La figura 7A muestra una masa M1 de reacción, que tiene un terminal 22a de fijación superior y un terminal 22b de fijación inferior, que pueden ir arriba y abajo entre raíles 24a, 24b de guiado. Una correa/cable 26, fijada firmemente a un terminal 22a superior se extiende desde el terminal 22a y es enrollado en una polea/rodillo 28a superior. El cable 26 después se extiende alrededor de la polea/rodillo 30a y es enrollado alrededor de una polea 32 que acciona a través de un eje 34 un generador 40 eléctrico (es decir, una PTO). El cable 26 extiende alrededor de una polea/rodillo 30b y va después alrededor de una polea 36 y después se extiende alrededor de una polea/rodillo 28b inferior y después se extiende hasta el punto 22b terminal al cual está fijado de forma firme. El rodillo/polea 36 acciona un eje 37 acoplado a una bomba/motor 48 hidráulico rotatorio que controla el flujo de fluido en un acumulador 52 a través de una línea 53 de fluido. La bomba/motor 48 y el acumulador pueden ser utilizados para proporcionar una función de muelle que puede manejar las fuerzas gravitacionales debidas al gran peso de la masa de reacción y tienden a retornar la masa de reacción al centro de su desplazamiento.

El casco 100 está destinado a moverse en respuesta a las olas en el cuerpo de agua en el que está situado. En respuesta las olas y al movimiento correspondiente del casco 100, la masa M1 de reacción se mueve hacia arriba y

5 hacia abajo a lo largo de los raíles (24a, 24b) de guiado entre el rodillo 28a superior y el rodillo 28b inferior. Topes (no mostrados) pueden ser utilizados para evitar que la masa de reacción golpee a los rodillos. A medida que la masa de reacción mueve el cable 26 provoca que el generador 40 rote y produzca energía eléctrica. El generador puede ser accionado directamente a través de la correa 26 o a través de un mecanismo de engranajes. Como en la figura 3, la salida de generador puede ser procesada y después suministrada a un circuito de combinación de potencia.

10 En la figura 7A se puede proporcionar un "mecanismo de muelle" adicional mediante un controlador 50 y un generador 40. El controlador 50 está acoplado a un generador/motor 40 que también puede ser utilizado para tender a empujar la masa de reacción hacia el centro del desplazamiento. Señales indicativas de la posición y de la velocidad de la masa de reacción son introducidas en el controlador 50 el cual está conectado a, y controla el funcionamiento de, el generador 40. El generador puede estar programado (controlado, para comportarse como un muelle. Utilizando un sensor de posición (no mostrado), el controlador 50 puede provocar que el generador actúe como un motor generando una fuerza para mantener la masa de reacción en el centro de su distancia de desplazamiento superior/inferior. Esta es una acción de "muelle" y la rigidez del muelle se puede ajustar a las condiciones del mar (especialmente al periodo de la ola) de manera que se optimice la recolección de energía de la ola. De forma alternativa, el mecanismo de muelle puede incluir el uso de un muelle mecánico u otros mecanismos.

20 Cuando el generador 40 extrae la energía (o está programado para hacerlo) se comporta como un amortiguador. La acción de "amortiguación" sucede cuando el controlador 50 detecta la velocidad de la masa de reacción (y algunas veces la posición) y en respuesta controla la corriente del generador para resistir el movimiento de la masa de reacción. En este modo de funcionamiento, el par de rotación del generador resiste (a través de la correa) el movimiento de la masa de reacción. El incremento de velocidad resulta en un incremento del par de rotación del generador, a medida que es controlado por el controlador. El generador se comporta como un muelle cuando el controlador controla la corriente de generador de tal manera que aplica una fuerza a las correas para mantener a las masas de reacción centradas. La fuerza es incrementada a medida que la masa de reacción se desplaza más allá del punto medio, justo como un muelle mecánico incrementaría la fuerza a medida que aumenta el desplazamiento.

30 Las figuras 6 y 7A, muestran una implementación de muelle que utiliza una correa. Para obtener un buen contacto (agarre) entre la correa y los rodillos, se introducen varios sub-rodillos o poleas. Sin embargo, una posible deficiencia es que la correa flexione tanto en sentido horario como antihorario a medida que pasa sobre algunas de las poleas y piñones. Esto podría resultar en un acortamiento de la vida útil de la correa. Esta deficiencia se puede resolver utilizando un sistema de dos correas (26a, 26b; 27a, 27b) "balanceado" tal y como se muestra en la figura 7B. De otro modo, el PDWEC mostrado en la figura 7B es accionado como el mostrado en la figura 7A y funciona de una manera similar en respuesta a la oscilación, el cabeceo o el alabeo o una combinación de los tres.

35 En la figura 7B, la correa pasa a través de un conducto en la masa de reacción. Sin embargo, las dos poleas (30a, 30b) y las correas pueden estar reordenadas de tal manera que las correas no pasan a través de la masa de reacción. En la figura 7B, otro conjunto de correas (26a, 26b) y poleas (28a, 28b) es mostrado a la derecha. La polea superior o inferior podría estar conectada a otro generador para ser utilizado como una toma de potencia. La función de muelle puede ser proporcionada mediante una bomba/motor 48 hidráulico rotatorio y un acumulador 52 o mediante un controlador 50 que acciona a un generador/motor 40. También podría ser posible conectar un muelle torsional a uno de los ejes de polea para actuar como un muelle que mantiene la masa de reacción centrada. Esta configuración, comparada con la figura 7A tiene la ventaja de que las correas sólo flexionan en una dirección (por ejemplo siempre en sentido horario alrededor de la polea), lo cual aumenta su longevidad.

40 La toma de potencia se logra con uno o más sistemas de correa y de polea. En la ilustración, las poleas 30a y 30b, las correas 27a y 27b, el generador 40, el eje 34, y el controlador 50 forman un dispositivo de toma de potencia. Como en la figura 7A, el generador es o bien accionado para producir energía eléctrica (como un amortiguador) o es controlado para mantener la masa de reacción centrada (como un muelle).

45 Los contenedores (latas, cascos, carcasas) de la boya 10 WEC mostrados en las figuras pueden ser estructuras simétricas o asimétricas. Las estructuras simétricas pueden ser más fáciles de diseñar y construir. Las estructuras asimétricas, como el casco de un barco, pueden permitir la reducción en el número de masas de reacción y de PTOs y o proporcionar un incremento la longitud de la "carrera" de desplazamiento, y por lo tanto puede ser un enfoque mejor en algunos casos. Si se utiliza una estructura asimétrica, el casco puede incluir un sistema para mantenerla apuntada en la dirección de las olas predominantes. El apuntado puede ser proporcionado mediante un dispositivo de veleta amarrado, un dispositivo de empuje activo (por ejemplo, un empujador o un propulsor motorizado).

50 El dispositivo PDWEC es principalmente sensible a la amplitud variable de ondas superficiales que provocan que el casco responda en lo que se puede denominar como un efecto a modo de vaivén. Para una mejor respuesta de "cabeceo", la longitud del casco (o su anchura) debería ser aproximadamente igual a 1/2 de la longitud de onda de las olas.

La altura del casco puede variar a lo largo de un rango amplio (por ejemplo, de 1/10 veces el diámetro a 1,5 veces el diámetro/longitud del casco. La altura del casco es una función de una variedad de factores tales como el

ES 2 644 918 T3

desplazamiento (masa) deseado, el francobordo (altura por encima del agua), la carrera máxima efectiva, la estabilidad, y la capacidad de supervivencia.

5 Las figuras 8A, 8B, 9, 10 y 11 son vistas en sección transversal altamente simplificadas que ilustran que la forma del casco 100 se puede variar para proporcionar carreras más largas y/o una respuesta más eficiente a las olas. Estas figuras muestran que el contenedor puede tener diferentes secciones o cámaras conformadas. Por ejemplo, el casco 100 puede incluir un número de estructuras (secciones o cámaras) a modo de cilindro interconectadas. El casco puede estar conformado para aumentar la longitud de la "carrera" y de tal manera que el rendimiento hidrodinámico del casco se optimice y/o el coste de fabricación de la boya se minimice. El casco 100 de boya WEC no tiene que ser un cilindro sencillo conformado regularmente. Más bien, el casco puede estar conformado de tal manera que el rendimiento hidrodinámico del casco sea optimizado y/o el coste de fabricación de la boya se minimice.

10 Los modos de realización particulares de las figuras 8A y 8B muestran un dispositivo PDWEC con sus masas (M1A, M1B) de reacción en cámaras (81, 83) exteriores y uno (o más) dispositivos 105 WEC sensibles a la oscilación alojados en la cámara 85 central. El dispositivo PDWEC tiene sus masas (M1A, M1B) de reacción situadas en las cámaras (81, 83) exteriores, con las masas estando acopladas de tal manera que cuando una masa (por ejemplo, M1A) de reacción en una cámara (por ejemplo, 81) se moverá hacia arriba, la otra masa (por ejemplo, M1B) de reacción en una cámara (por ejemplo, 83) opuesta va hacia abajo. En la figura 8A las correas de acoplamiento podrían pasar a través de tuberías o conductos separados que son sellados del ambiente exterior.

15 El modo de realización particular mostrado en la figura 8B incluye un dispositivo PDWEC con sus masas (M1A, M1B) de reacción en las "cámaras" exteriores y tiene un WEC sensible a la oscilación (mostrado con una envolvente de línea discontinua) en la cámara central. En la figura 8B, las correas de acoplamiento podrían pasar a través de una tubería o circuito común que está sellado del ambiente exterior.

20 En la figura 9, dispositivos (600a, 600b) P&HWEC se muestran montados en las cámaras exteriores con un WEC sensible a la oscilación en la cámara (línea discontinua) central.

25 Las figuras 10 y 11 muestran que el contenedor 100 de la boya WEC puede tener diferentes secciones conformadas y no tiene por qué ser un cilindro sencillo. Puede estar conformado de tal manera que la longitud de carrera y el rendimiento hidrodinámico se optimice, y los costes de fabricación de boya se minimicen. Las figuras 10 y 11 también muestran que el contenedor puede tener dispositivos de cabeceo y/o P&HWEC situados en las "sesiones" exteriores y un dispositivo WEC sensible a la oscilación en la sección central. En la figura 10, el borde inferior del contenedor es formado con secciones anguladas que se extienden desde la parte inferior del contenedor. La distancia entre la parte superior del contenedor y el vértice de los miembros angulados descendentes proporciona un aumento de la distancia de desplazamiento de arriba a abajo (carrera) de las masas de reacción sin un excesivo aumento en la masa o el coste del casco. Adicionalmente, la forma de los miembros angulados ayuda a reducir las cargas de "hundimiento" en la parte inferior del contenedor, y puede tener un rendimiento hidrodinámico mejorado para una mejor capacidad de captura de energía.

30 La figura 11 se muestra que la parte superior del contenedor puede estar formada con secciones anguladas que se extienden desde la parte superior del contenedor para proporcionar un aumento en la distancia de desplazamiento de arriba a abajo de las masas de reacción sin un excesivo aumento en la masa o el coste del casco.

35 La figura 12 es una vista en sección transversal idealizada de un dispositivo WEC de masa de reacción rotación al que implementa la invención. El dispositivo WEC incluye un tambor 140 circular, de un radio r_1 constante, montado de forma rotatoria sobre un eje 142 que está o bien fijado al lado de un contenedor 100 o es soportado por medio de uno o más postes 144 que descansan en la parte inferior del contenedor 100. Una masa M1 de reacción está fijada a un extremo de un brazo 146 de palanca rígido, de longitud r_2 , cuyo otro extremo está fijado a la superficie exterior del tambor 140. Un muelle 150 es mostrado fijado a un extremo de una pared del contenedor 100 y en su otro extremo a un punto del tambor. Un dispositivo (PTO) de toma de potencia es mostrado conectado al brazo 146 de palanca. Pero, podría estar conectado a cualquier punto adecuado de la estructura del dispositivo WEC. En respuesta a un cabeceo (alabeo) descendente o a una oscilación del contenedor 100, la masa de reacción gira en una dirección ascendente (ver la figura 12A). En respuesta a un cabeceo/alabeo ascendente o una oscilación del contenedor 100, la masa de reacción rota en una dirección descendente (ver la figura 12B). El movimiento de la masa de reacción es después convertido en una energía útil (por ejemplo, energía eléctrica) mediante la PTO.

40 Una ventaja de la configuración de dispositivo WEC de la figura 12 es que se puede utilizar un muelle corto rígido para: a) mantener la masa de reacción arriba y b) proporcionar la frecuencia resonante deseada de la oscilación de masa. A medida que la masa de reacción se mueve hacia abajo con respecto a la carcasa (o la carcasa se mueve hacia arriba), el muelle se estira y aplica más fuerza de retroceso para intentar retornar la masa de reacción al centro de la carrera. Una ventaja de este enfoque es que el índice de elasticidad (es decir, la fuerza por extensión de longitud) del muelle, tal y como se aprecia por la masa de reacción, es reducida en $1/R^2$, donde R es la relación de la longitud (r_2) del brazo de palanca respecto al radio (r_1) del tambor (o polea) en el punto de pivote. Otra ventaja es que el desplazamiento (carrera) del muelle es $1/R$ el desplazamiento de la masa de reacción. El resultado neto es que se puede utilizar un muelle más rígido, más corto para tener la frecuencia resonante deseada de la masa y del

sistema de muelle. Otra ventaja de este enfoque es que la carrera de la masa de reacción se puede minimizar, debido a que no se necesita espacio por encima y por debajo de la masa de reacción para el sistema de guiado o el dispositivo de toma de potencia.

5 Otro aspecto de la invención es que el muelle puede estar fijado en cualquier punto del tambor, tal y como se muestra en la figura 12C. Esta característica permite al muelle ser conectado al contenedor de goya por encima, por debajo, a la derecha o a la izquierda o en cualquier otro ángulo. Esta característica puede permitir una configuración de muelle más compacta y/o más implementable. Se ha de notar que el contenedor en la figura 12C puede tener una longitud L2 que es menor que la longitud L1 del contenedor en la figura 12.

10 La figura 12D muestra la relación del par de rotación que actúa sobre el brazo de palanca con respecto al brazo de rotación del brazo. El par de rotación es prácticamente proporcional al ángulo de rotación. El muelle puede estar situado y tensado previamente de manera que la masa de reacción está centrada en su rango de desplazamiento. El movimiento del contenedor de boya WEC provocará que la masa rote con respecto al punto de pivote. El muelle intentará reestablecer la masa a su centro de la posición de desplazamiento.

15 El dispositivo WEC de masa de reacción rotacional de la figura 12E está destinado a ser como el mostrado en la figura 12, excepto en que el muelle 150 es reemplazado por un muelle hidráulico rotatorio (como en las figuras 7A, 7B) que comprende una bomba/motor 748 hidráulicos, un acumulador 752, y un depósito para contener el fluido. La bomba hidráulica está acoplada a través de un eje 737 al rodillo o buje al cual está conectado el brazo de palanca que porta la masa de reacción.

20 La figura 16 muestra otro dispositivo WEC cuya función de muelle incluye un muelle hidráulico rotatorio y funciona de acuerdo con la invención. A medida que se mueve hacia arriba y hacia abajo la masa de reacción provoca que el tornillo de bola gire en sentido horario o antihorario. El eje del tornillo de bola está conectado al eje de la bomba/motor hidráulica rotatoria que controla el flujo de fluido entre el depósito de fluido y el acumulador. Para una condición (cuando la masa de reacción está en o cerca de la parte superior), la cantidad de fluido en el acumulador está en un mínimo y la presión ejercida por el gas está en un mínimo. Para la otra condición (cuando la masa de reacción está en o cerca de la parte inferior), la cantidad de fluido en el acumulador está en un máximo y la presión ejercida por el gas está en un máximo.

25 La figura 13 ilustra el uso de una leva/tambor de radio variable para controlar la rotación de un dispositivo WEC de masa de reacción rotatorio. En la figura 13, el tambor cilíndrico o circular de la figura 12 es reemplazado con un tambor/leva cuya forma no es circular para proporcionar un mecanismo de par de rotación variable. El rodillo/leva está conformado de tal manera que el par de rotación ejercido sobre la masa de reacción por el muelle es variado o controlado para producir un efecto deseado. Por ejemplo, se asume, tal y como se muestra en las figuras 13, 13A, y 30 13B que: $r1a < r1 < r1b$. En respuesta al movimiento de cabeceo, alabeo y oscilación, a medida que la masa de reacción rota hacia arriba (ver la figura 13A) desde una posición intermedia (mostrada en la figura 13). La longitud disminuida de $r1a$ comparada con $r1$, resulta en una disminución en el par de rotación ejercido por el muelle 150. Esto permite que la masa de reacción retorne a la posición intermedia de forma más fácil debido a las fuerzas gravitacionales que actúan sobre la masa de reacción. Con referencia la figura 13C, se aprecia que, para esta 35 condición, el par de rotación disminuye a una tasa acelerada con respecto al desplazamiento angular. El efecto es que el movimiento ascendente de la masa de reacción se reducirá. A medida que la masa de reacción rota hacia abajo (tal y como se muestra en la figura 13B), el hecho de que la longitud $r1b$ es mayor de $r1$ provoca que aumente el par de rotación. El aumento en el par de rotación ejercido por el muelle ayuda a retornar la masa de rotación a la posición central. Con referencia la figura 13C, se muestra que, para esta condición, el par de rotación aumenta en una tasa acelerada con respecto al desplazamiento angular. El efecto es que el movimiento descendente de la masa de reacción se reducirá. Un perfil de par de rotación tal puede ayudar a conducir a la masa de reacción lejos de la parte superior y la parte inferior del contenedor de boya WEC y minimizar la posibilidad y/o la amplitud de los 40 impactos de la masa de reacción sobre los topes extremos. Si se utiliza un muelle extremadamente rígido, podría ser necesario aumentar el brazo de momento del muelle a medida que la masa de reacción se mueve hacia arriba. Si el muelle es extremadamente rígido, la fuerza de muelle disminuirá rápidamente a medida que la masa de reacción es rotada hacia arriba. En algunos casos, por lo tanto, podría ser necesario utilizar un tambor, o una "leva", con una forma que aumente la atracción efectiva del muelle a medida que la masa de reacción rota hacia arriba.

45 La figura 13C muestra la relación del par de rotación que actúa sobre el brazo de palanca con respecto al brazo de rotación del brazo. En ángulos de rotación bajos (la masa de reacción está en la parte superior), el par de rotación aplicado a la masa de reacción por el sistema de muelle y de brazo de palanca aumenta rápidamente, tendiendo a evitar que la masa de reacción golpee la parte inferior del contenedor de boya. Por tanto, utilizando un tambor no circular, el par de rotación ejercido sobre la masa de reacción por el muelle puede ser "contorneado", tal y como se muestra en la figura 13C. A medida que la masa rota hacia arriba o hacia abajo, disminuye o aumenta el par de 50 rotación en una tasa acelerada. Dicho perfil de par de rotación puede ayudar a conducir la masa de reacción lejos de la parte superior y de la parte inferior de la carcasa y minimizar la posibilidad y/o la amplitud de que la masa de reacción impacte sobre los topes extremos.

60 Los dispositivos WEC de masa de reacción rotacional de las figuras 12 y 13 pueden ser utilizados para hacer boyas WEC del tipo mostrado en las figuras 14 y 15.

5 Las figuras 14A y 14B son, respectivamente, una vista superior simplificada y una vista en sección transversal simplificada de los dispositivos WEC de masa de reacción rotacionales que pueden, por ejemplo, ser del tipo mostrado en las figuras 12 y 13. En las figuras 14A y 14B las masas de reacción están situadas (y rotan) a lo largo de la periferia exterior y sus brazos de palanca están conectados a un punto de pivote que está además dentro del contenedor 100. Las masas de reacción rotan sobre pivotes. El punto de pivote está hacia el centro del contenedor y las vigas de rotación y las masas de reacción miran hacia fuera.

10 Las figuras 15A y 15B son, respectivamente, una vista superior simplificada y una vista en sección transversal simplificada de dispositivos WEC de masas de reacción rotacionales que pueden, por ejemplo, ser del tipo mostrado en las figuras 12 y 13. En las figuras 15A y 15B las masas de reacción están situadas lejos del extremo del contenedor para tomar ventaja de la altura mayor disponible lejos del extremo del contenedor mientras que sus brazos de palanca están conectados a un punto de pivote que está a lo largo de la periferia exterior del contenedor 100 (ver la figura 15B). Cada dispositivo WEC, en estas figuras, es sensible a los movimientos/fuerzas de oscilación, cabeceo y alabeo. En este modo de realización de tres WEC, las masas de reacción rotan sobre pivotes. Los puntos de pivote están cercanos al anillo (borde) exterior de la boya y las barras de rotación y las masas de reacción miran hacia adentro. Una ventaja de este enfoque es que la altura del borde exterior de la boya se puede reducir (conformar) para un posible beneficio hidrodinámico (por ejemplo, reducir la carga de hundimiento o resistencia que podría suceder con un casco que es alto en la circunferencia exterior.

20 En las figuras 14A y 15A se muestra que los dispositivos de tres WEC están incluidos en la boya WEC. Cada WEC, en estas figuras, es sensible a los movimientos/fuerzas de oscilación, cabeceo y alabeo. Si sólo se utiliza un dispositivo WEC, posiblemente tiene que ser situado en el centro, y responderá bien a las fuerzas/movimientos de cabeceo y alabeo. Si se utilizan dos dispositivos WEC, entonces se puede capturar energía de la oscilación y el cabeceo o la oscilación y el alabeo. También, si se utilizan dos dispositivos WEC, la boya guñará al estado de energía más bajo para la captura de energía de onda. El uso de tres o más dispositivos WEC, impide la pérdida de situación de potencia debido a esta condición de "guiñado".

25

REIVINDICACIONES

1. Una boya de convertidor (WEC) de energía de onda de modo múltiple, que comprende:
 - un contenedor (100) diseñado para extenderse a lo largo de la superficie de un cuerpo de agua y para ser sensible a un movimiento de oscilación y a un movimiento de cabeceo de las olas en el cuerpo de agua;
 - 5 un dispositivo (105) (WEC) convertidor de energía de onda sensible a la oscilación montado dentro, y generalmente alrededor, de la porción central del contenedor para responder principalmente al movimiento de oscilación del contenedor; y
 - un dispositivo (PTO#1) de toma de potencia acoplado al dispositivo WEC sensible a la oscilación; caracterizada porque:
- 10 N dispositivos (101, 103) (WEC) convertidores de energía de hola sensibles al cabeceo son montados dentro del contenedor y generalmente alrededor de la periferia exterior del contenedor, estando diseñados dichos N dispositivos WEC sensibles al cabeceo para responder al movimiento de cabeceo del contenedor, donde N es igual a o mayor que 1;
- 15 un dispositivo (PTO) de toma de potencia (PTO#2, PTO#3) está acoplado a cada uno de dichos N dispositivos WEC sensibles al cabeceo para producir energía útil, y dichos N dispositivos (101, 103) WEC sensibles al cabeceo incluyen una primera masa (M1) de reacción situada cerca de un extremo del contenedor y una segunda masa (M2) de reacción situada cerca del extremo opuesto del contenedor, y medios (110, 112, R1, R2, R3, R4) acoplados a y que interconectan dichas masas de reacción de tal manera que las masas de reacción se mueven generalmente hacia arriba y hacia abajo y de tal manera que cuando una masa se mueve hacia arriba la otra masa se mueve hacia
- 20 abajo y cuando una masa se mueve hacia abajo la otra masa se mueve hacia arriba.
2. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde los medios acoplados a y que interconectan la primera y la segunda masas de reacción incluyen medios (110, 112) de cableado y rodillos (R1, R2, R3, R4) con los medios de cableado conectados entre las masas de reacción estando enrollados alrededor de los rodillos para provocar que las masas de reacción se muevan generalmente hacia arriba y hacia abajo en una
- 25 disposición de tira y afloja,
3. Una boya WEC de modo múltiple como la red indicada en la reivindicación 1, en donde los medios acoplados a dicha primera y segunda masas de reacción y que las interconectan incluyen una palanca (700) rígida montada dentro del contenedor y que se extiende a lo largo de la longitud del contenedor, con la palanca rígida siendo pivotada en su centro, con una masa de reacción conectada a un extremo de la palanca y la otra masa de reacción
- 30 conectada al otro extremo de la palanca.
4. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde los medios acoplados a dicha primera y segunda masas de reacción y que las interconectan incluyen un primer miembro (D1) que se puede rotar fijado a la primera masa (M1) de reacción a través de un primer brazo de palanca y un segundo miembro (D2) que se puede rotar fijado a la segunda masa (M2) de reacción a través de un segundo brazo de palanca y medios de
- 35 conexión conectados entre el primer y segundo miembros que se pueden rotar para hacer que se muevan en tándem.
5. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde al menos uno de dichos N dispositivos WEC incluyen un dispositivo de cabeceo y de oscilación diseñado para responder a un movimiento de cabeceo del contenedor.
- 40 6. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde al menos uno de dichos N dispositivos WEC incluye una masa de reacción que tiene un lado superior y un lado inferior y dispuesta para moverse generalmente arriba y abajo entre rodillos superior e inferior con medios de acoplamiento acoplados entre el lado superior a través de dicho rodillo superior a dicho lado inferior a través de dicho rodillo inferior; y en donde dichos medios de acoplamiento incluye medios para accionar un generador para producir energía eléctrica.
- 45 7. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde al menos uno de dichos convertidores (WEC) de energía del oleaje sensible al cabeceo incluye una masa (M1) de reacción fijada a través de un brazo (146) de palanca a un tambor (140) de radio constante, estando montado de forma rotatoria el tambor dentro del contenedor (100) e incluyendo un muelle (150) conectado al tambor y al contenedor.
- 50 8. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde al menos uno de dichos convertidores (WEC) de energía del oleaje sensible al cabeceo incluye una masa (M1) de reacción fijada a través de un brazo (146) de palanca a una leva/tambor (160) de radio variable, estando montada de forma rotatoria la leva/tambor dentro del contenedor (100) e incluyendo un muelle (150) conectado entre la leva/tambor y el contenedor.
- 55 9. La boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1 en donde dicho dispositivo sensible a la oscilación incluye una masa (M1) de reacción que tiene un lado superior y un lado inferior y está dispuesto para moverse generalmente arriba y abajo entre rodillos (28a, 30a) superiores y rodillos (28b, 30b) inferiores con medios

(26, 27) de acoplamiento acoplados entre el lado superior a través de dicho rodillo superior a dicho lado inferior a través de dicho rodillo inferior; y donde dichos medios de acoplamiento incluyen medios para accionar un generador para producir energía eléctrica.

5 10. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde uno de, el lado inferior y el lado superior del contenedor incluye extensiones en forma de V para proporcionar una distancia aumentada entre la parte superior del contenedor y el vértice de la extensión en forma de V para proporcionar una mayor distancia de desplazamiento para la masa de reacción.

10 11. Una boya WEC de modo múltiple como la reivindicada en la reivindicación 1, en donde el contenedor tiene una longitud (L) dispuesta para enfrentarse a las olas entrantes, una anchura (W), y una altura (H); y en donde L es igual a o mayor que W.

10 BOYA WEC

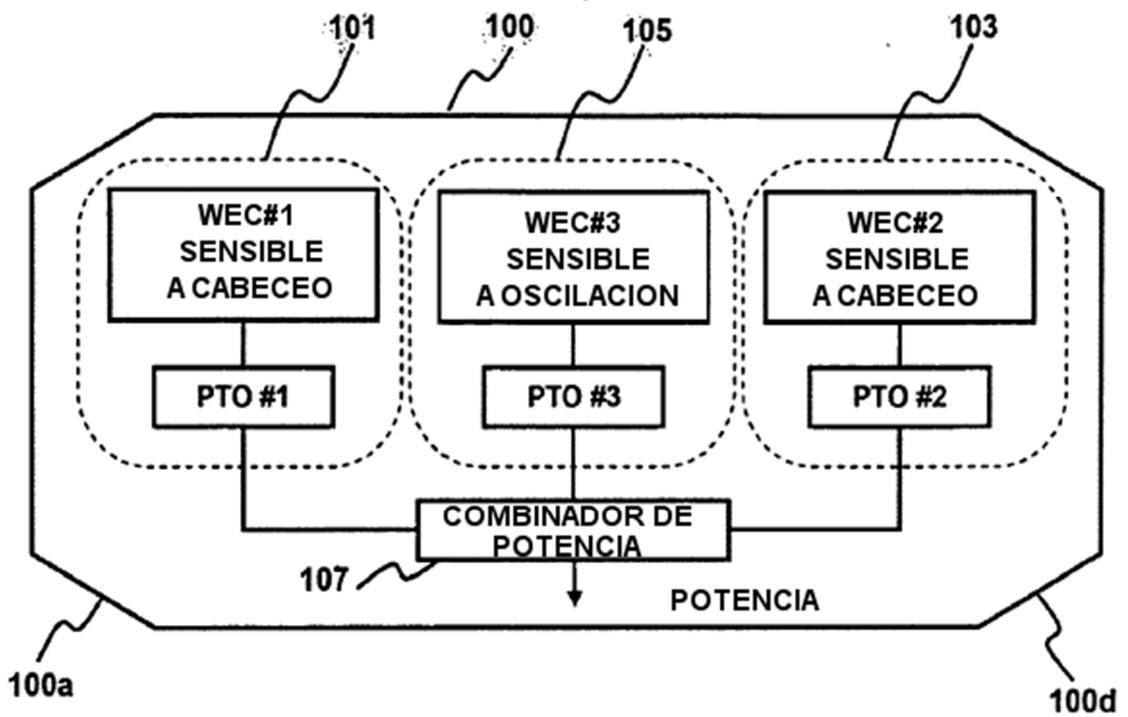


FIG. 1

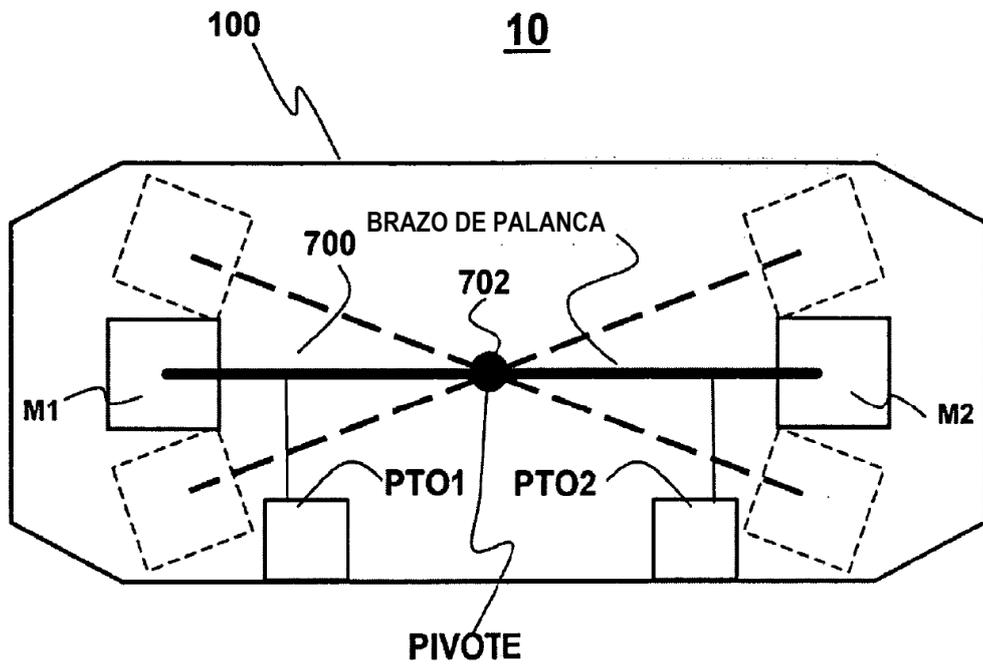


FIG. 2A

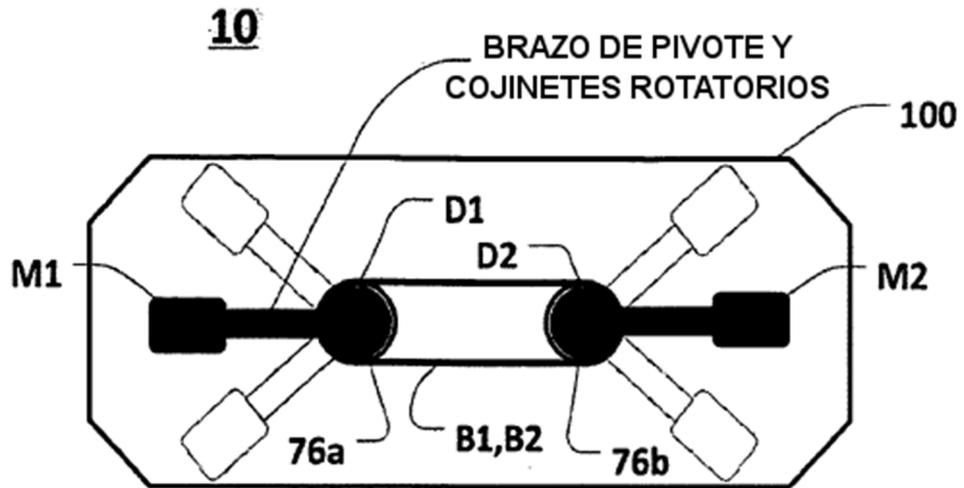


FIG. 2B

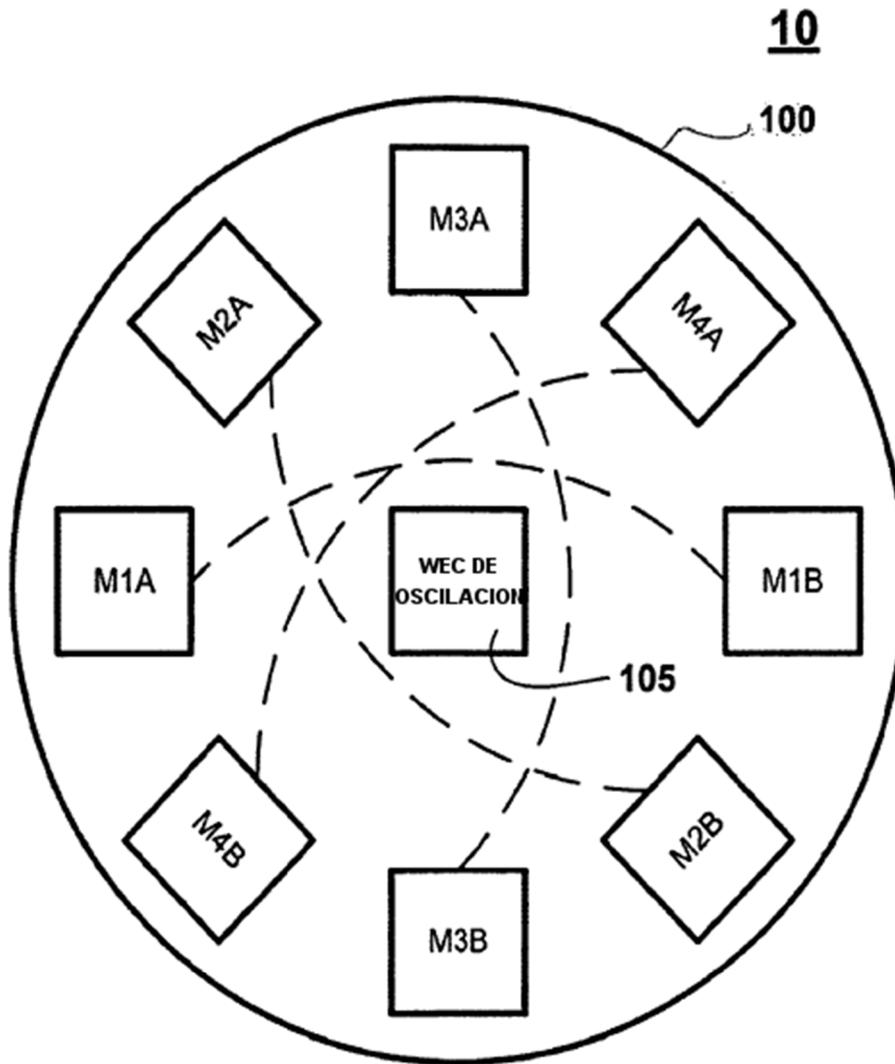


FIG. 2C

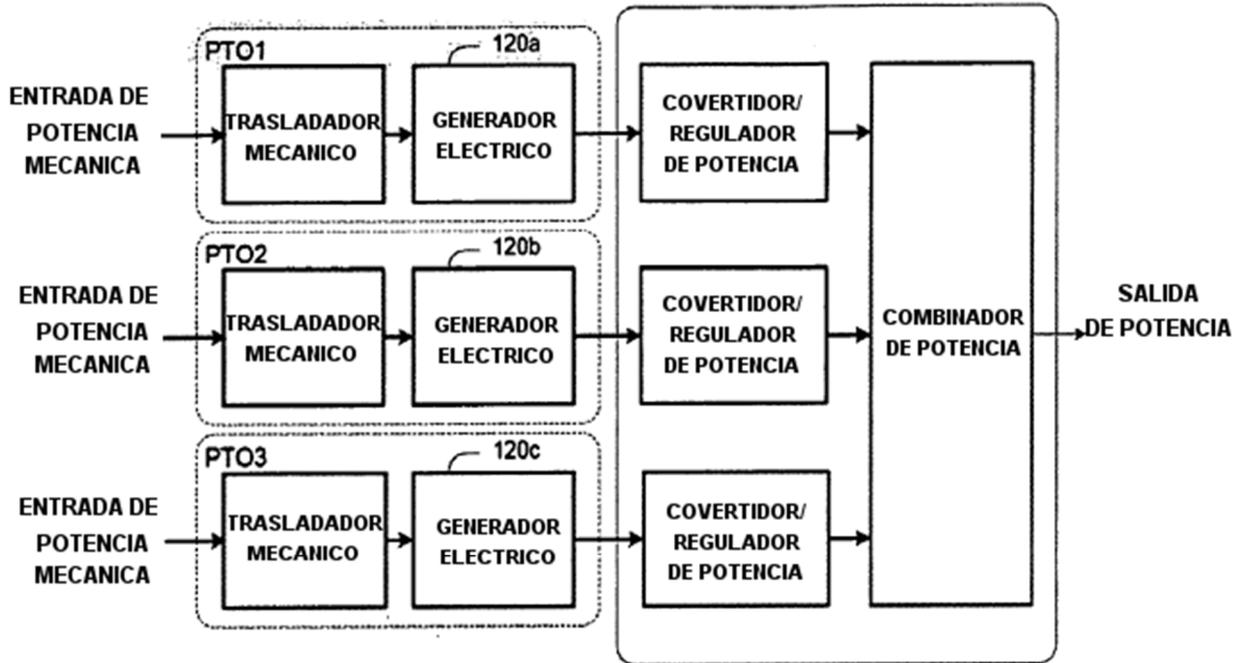


FIG. 3

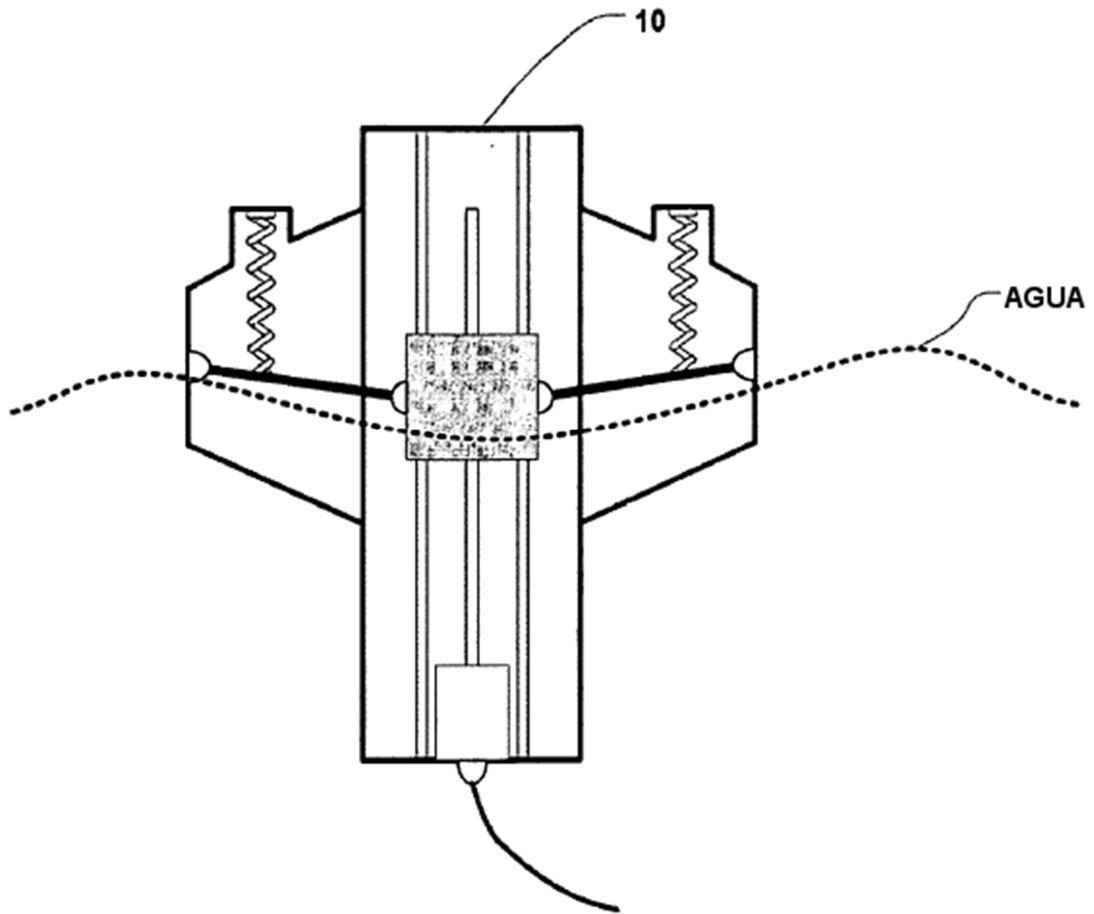


FIG. 4

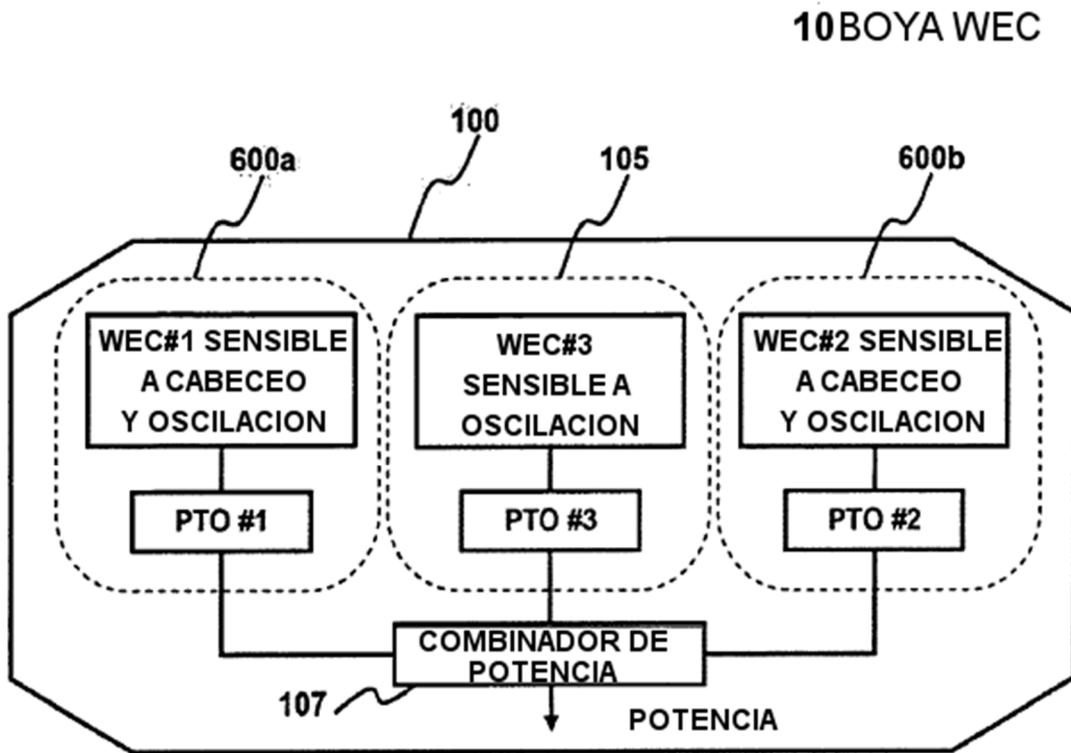


FIG. 5

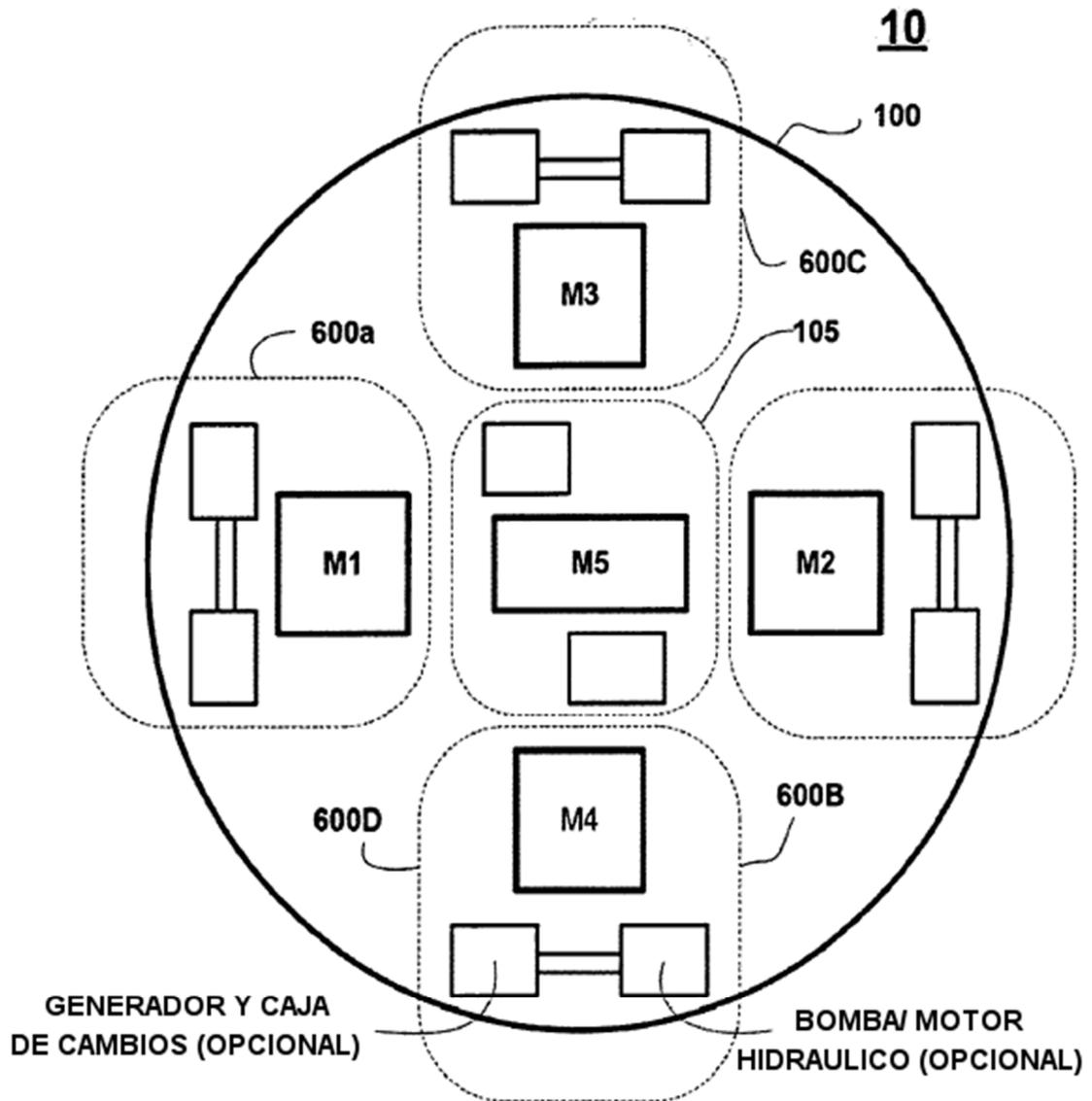


FIG. 5A

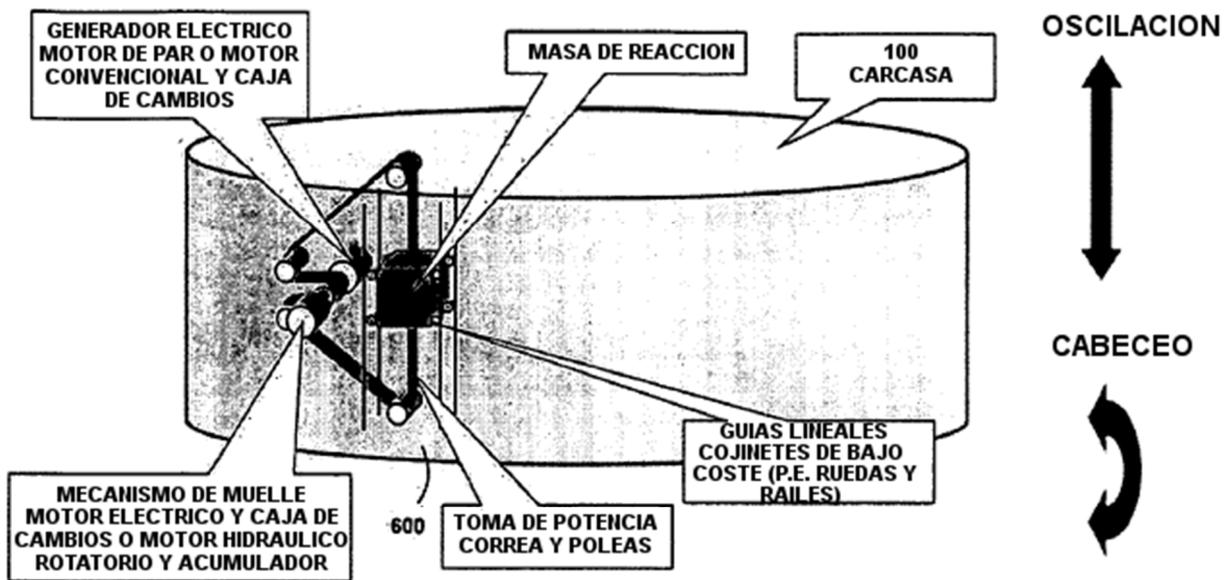


FIG. 6

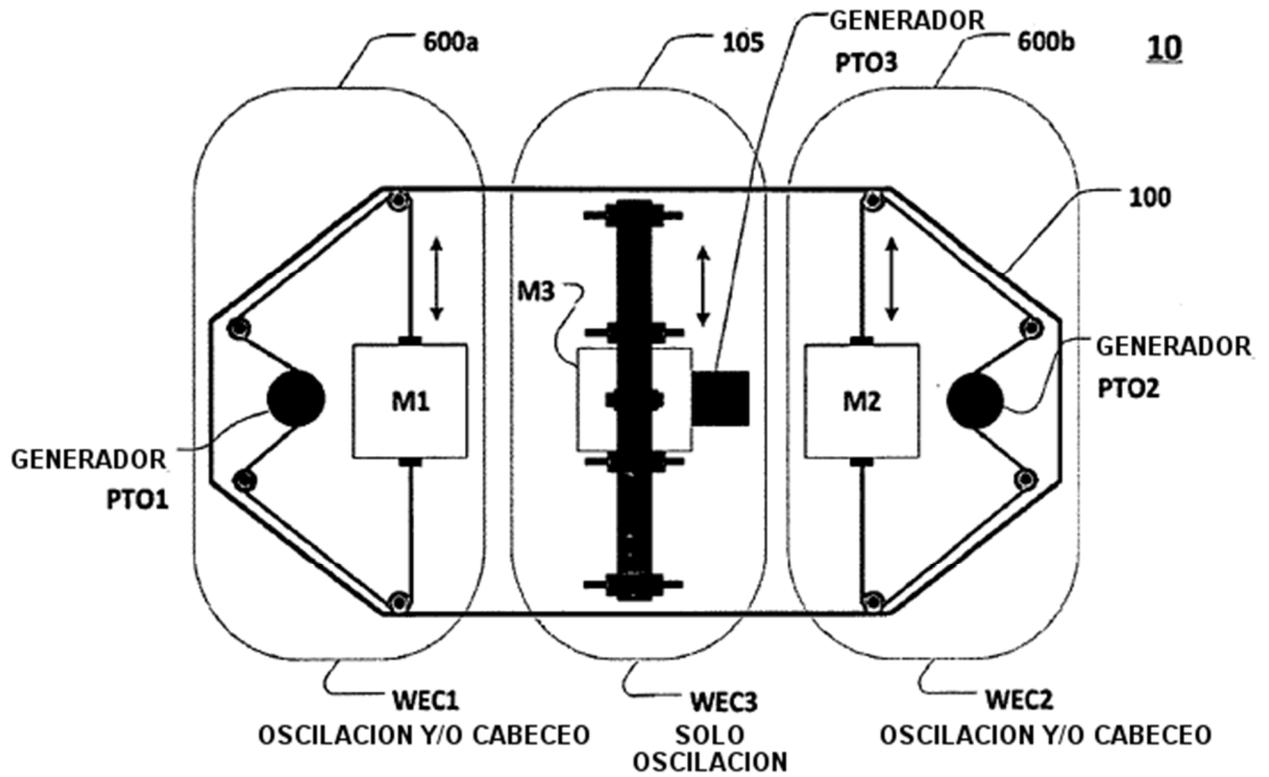


FIG. 6A

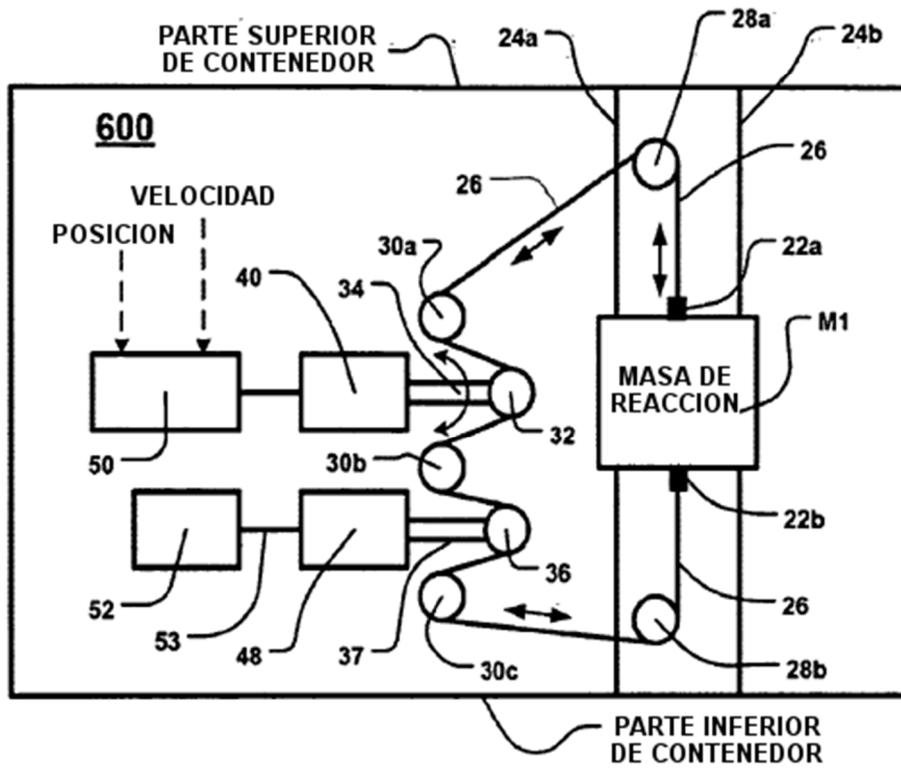


FIG. 7A

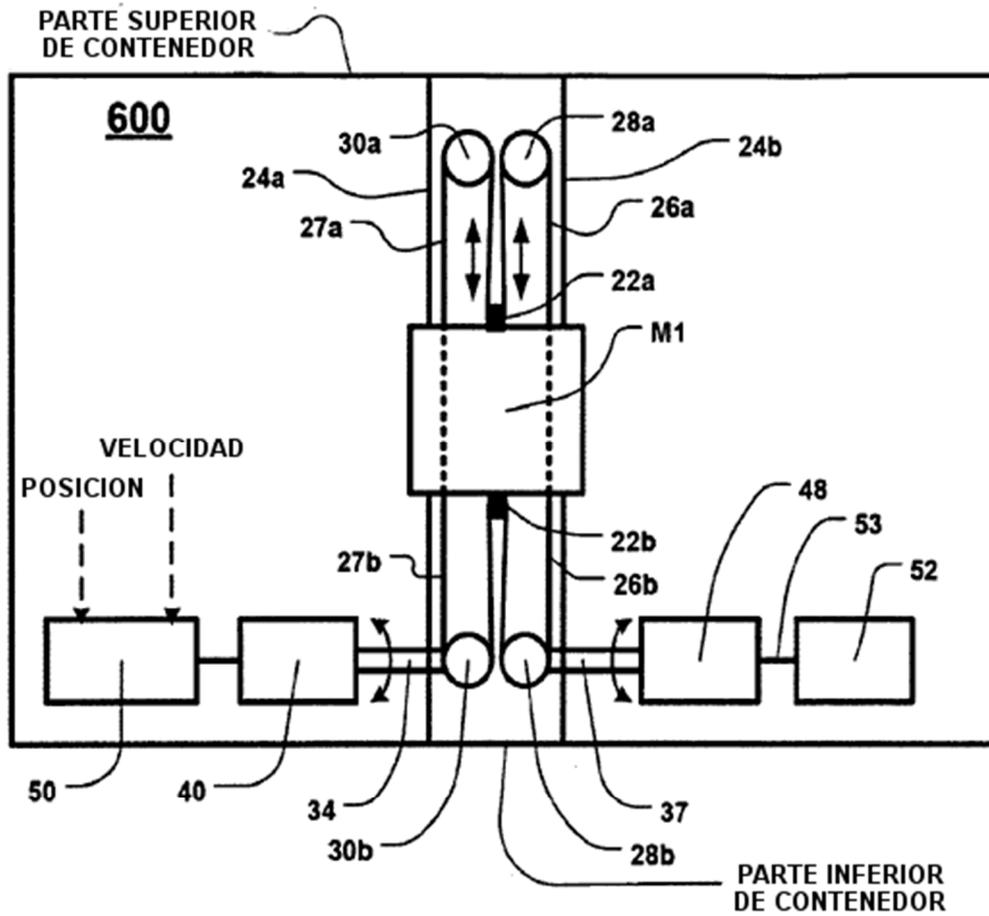


FIG. 7B

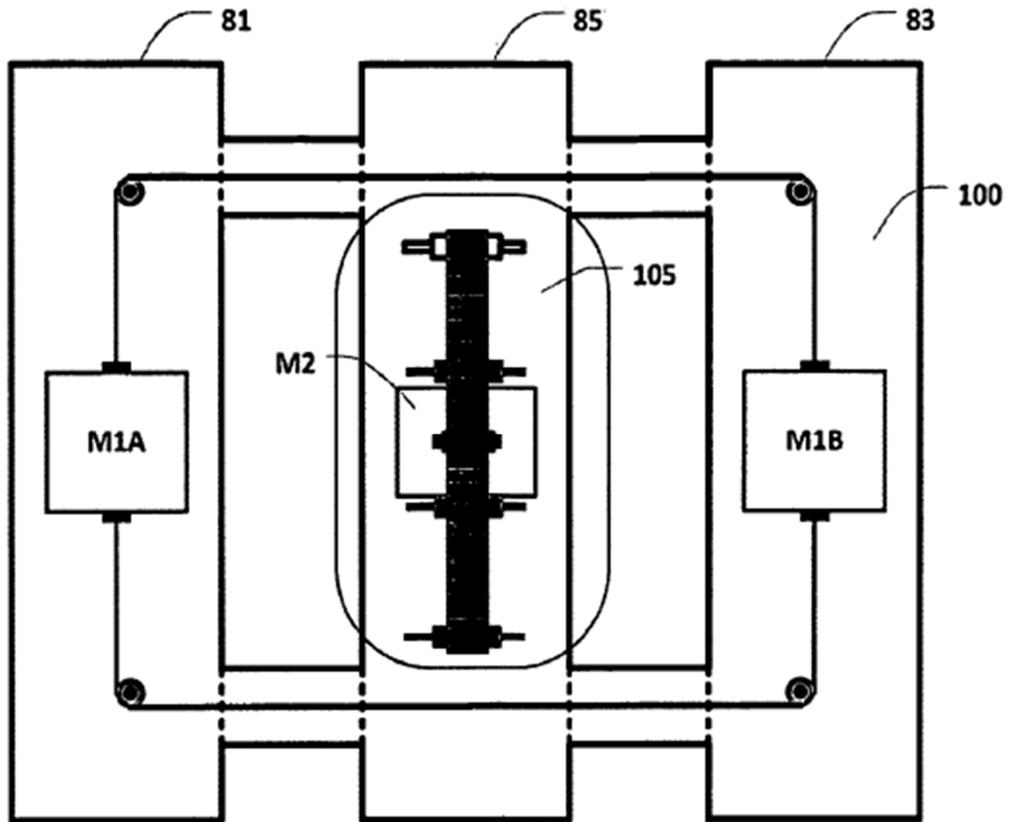


FIG. 8A

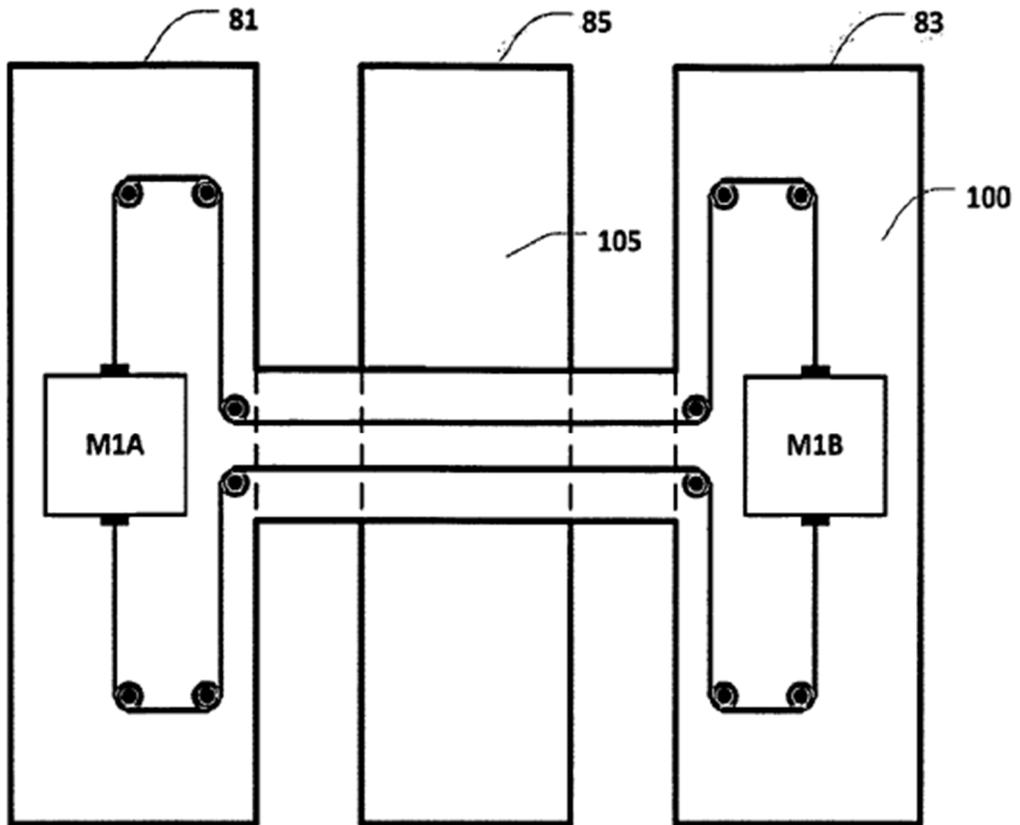


FIG. 8B

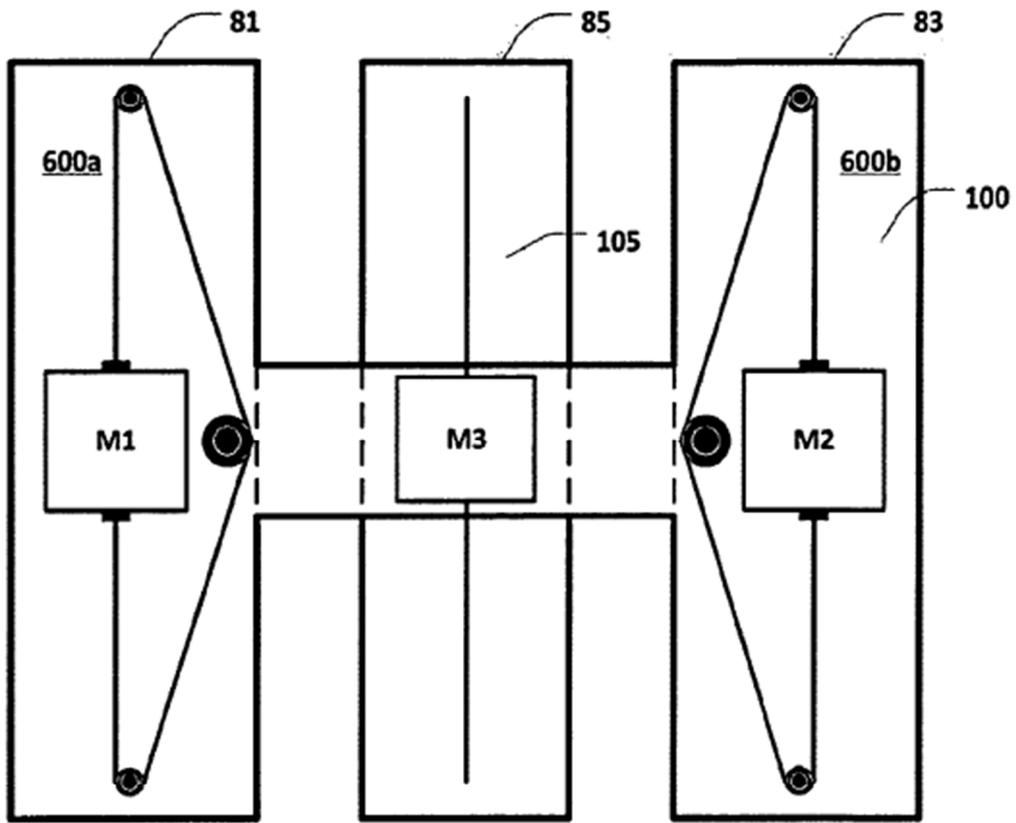


FIG. 9

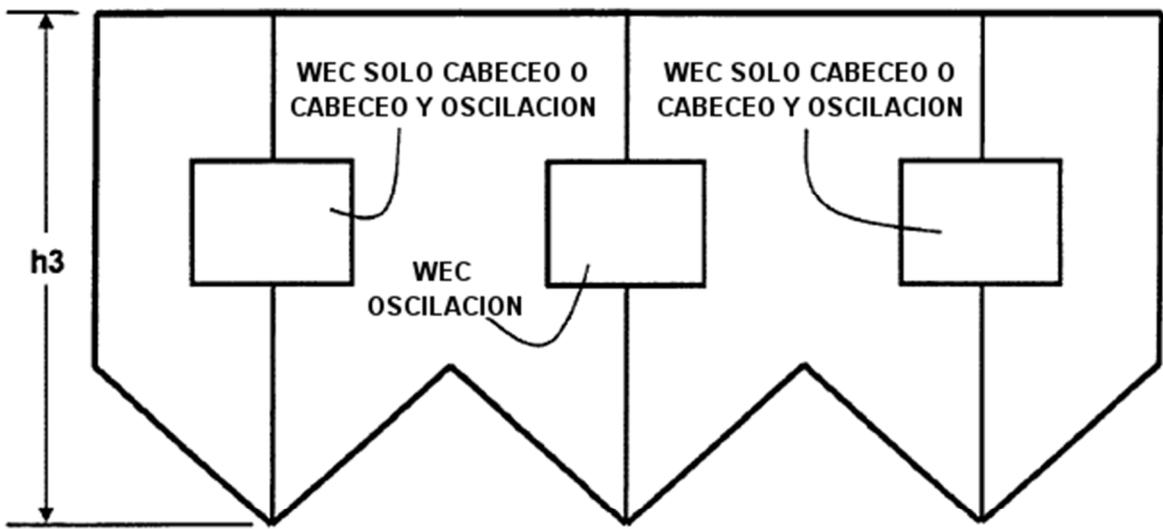


FIG. 10

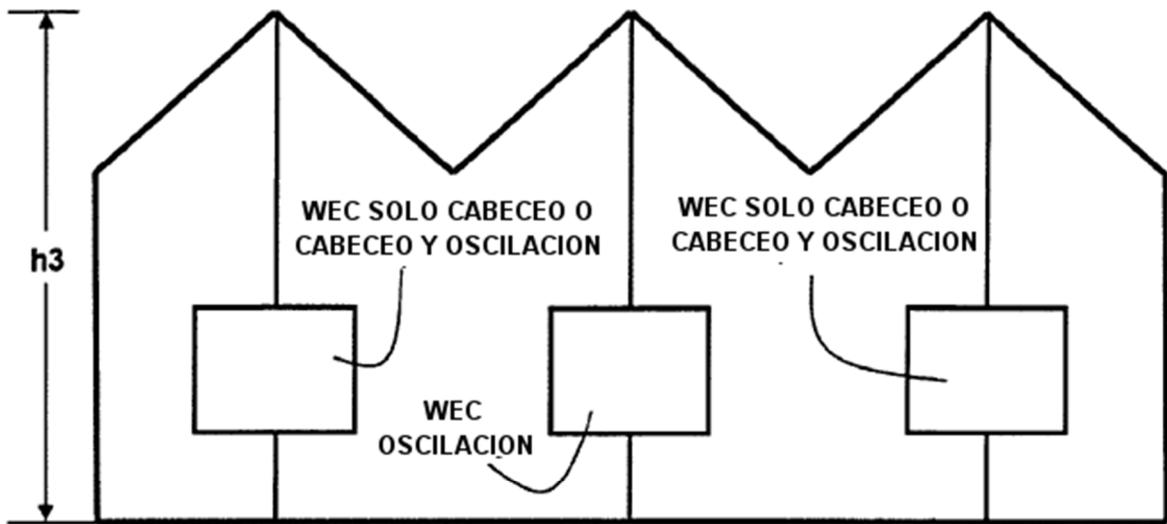
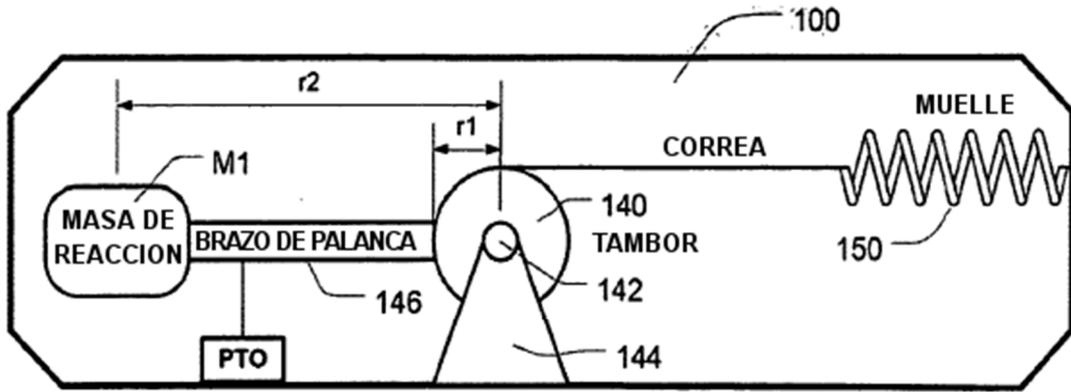


FIG. 11



Relación de Palanca $R = r2/r1$

FIG. 12

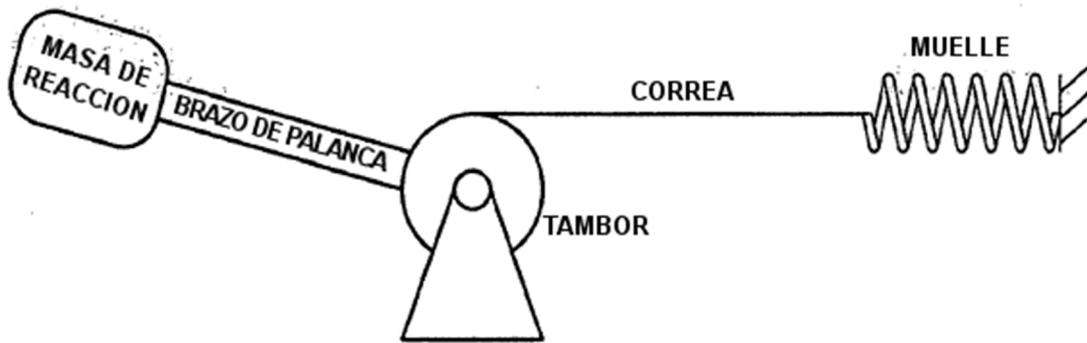


FIG. 12A

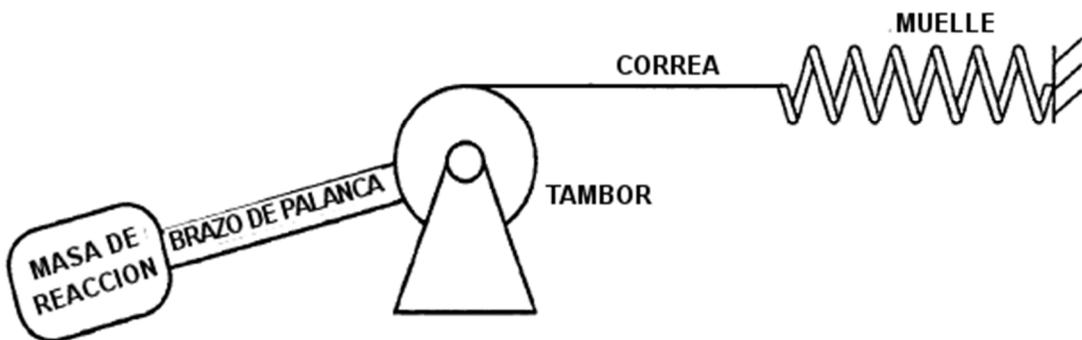


FIG. 12B

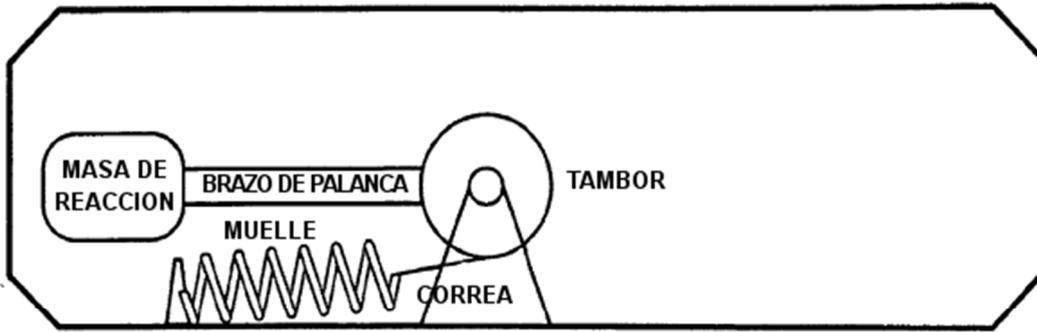


FIG. 12C

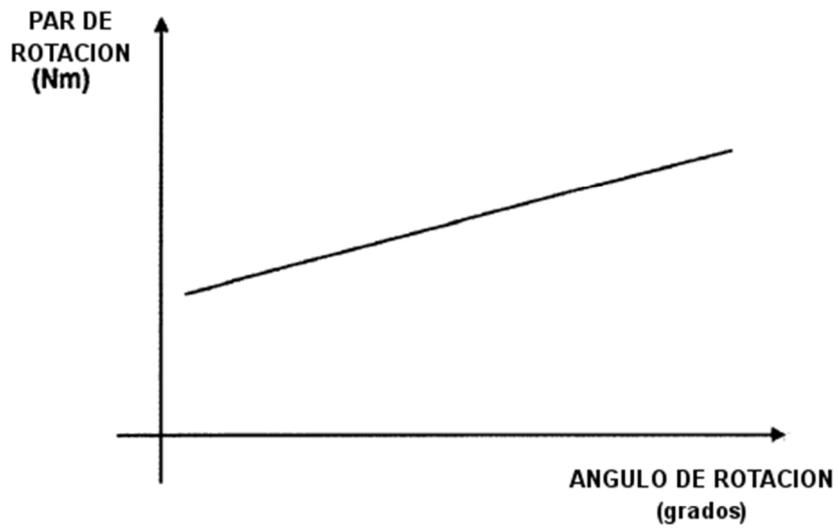


FIG. 12D

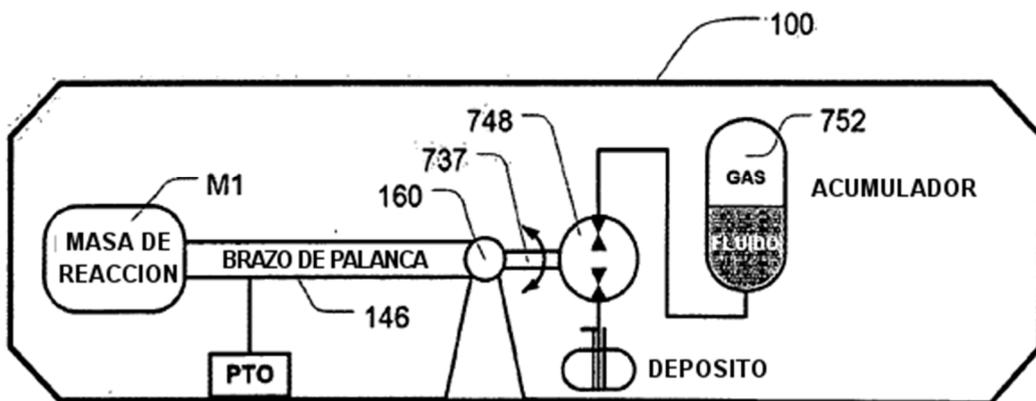
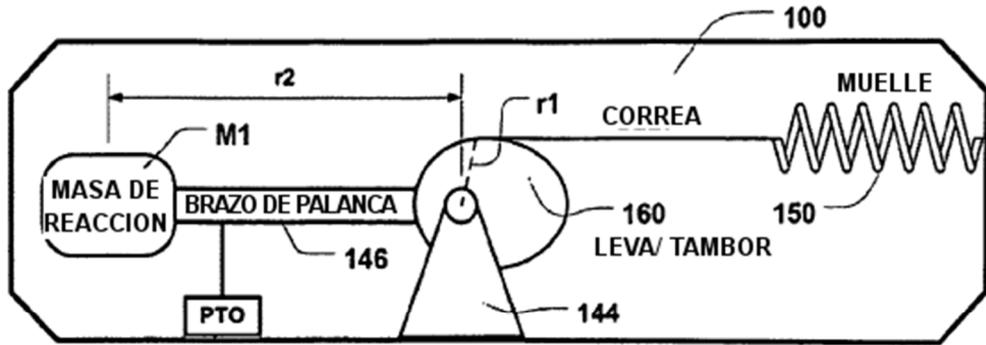


FIG. 12E



Relación de Palanca $R = r2/r1$

FIG. 13

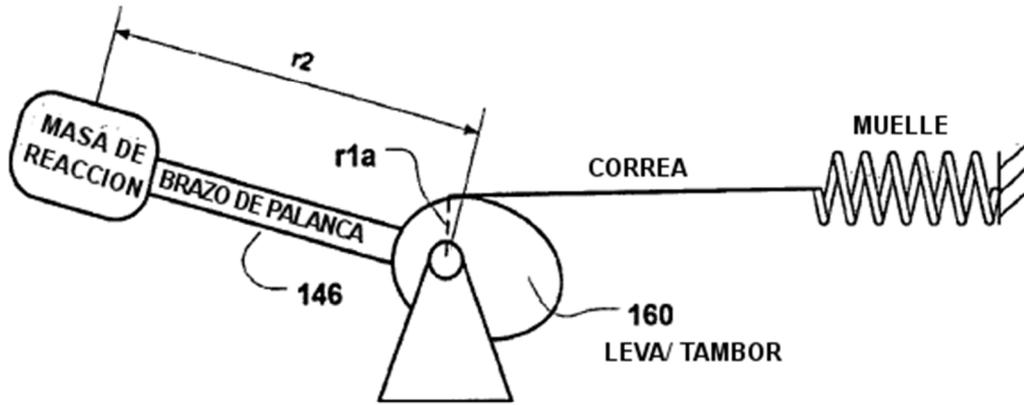


FIG. 13A

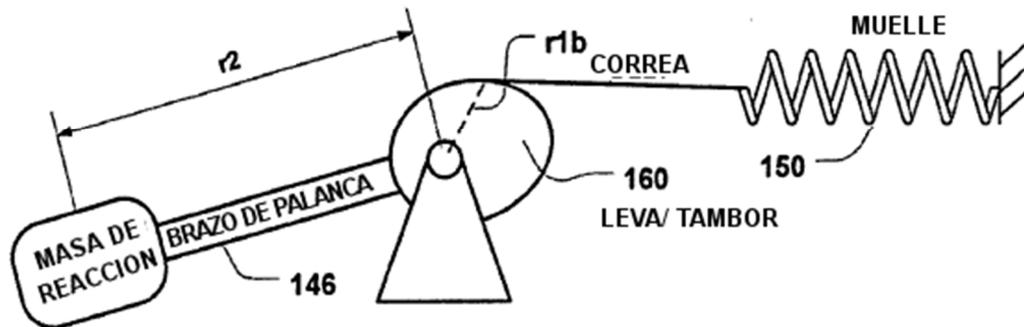


FIG. 13B

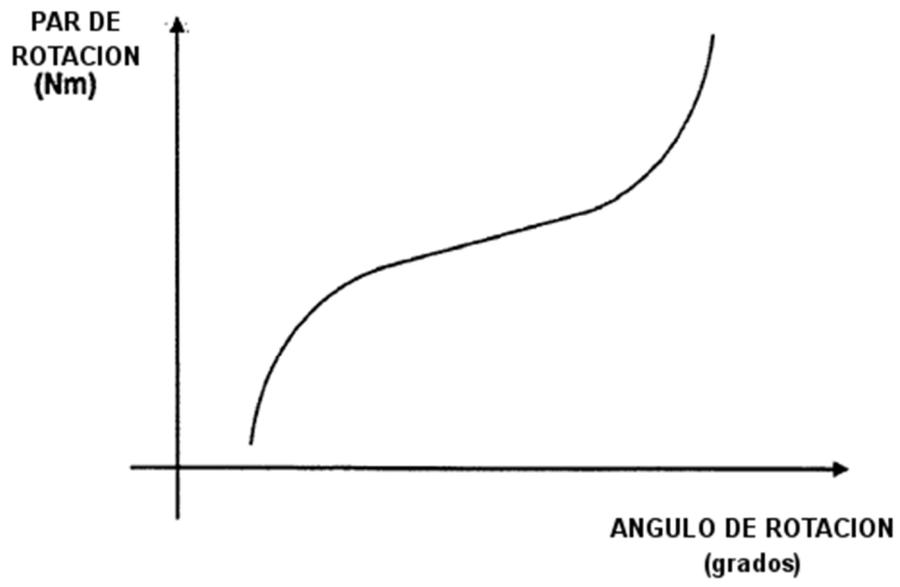


FIG. 13C

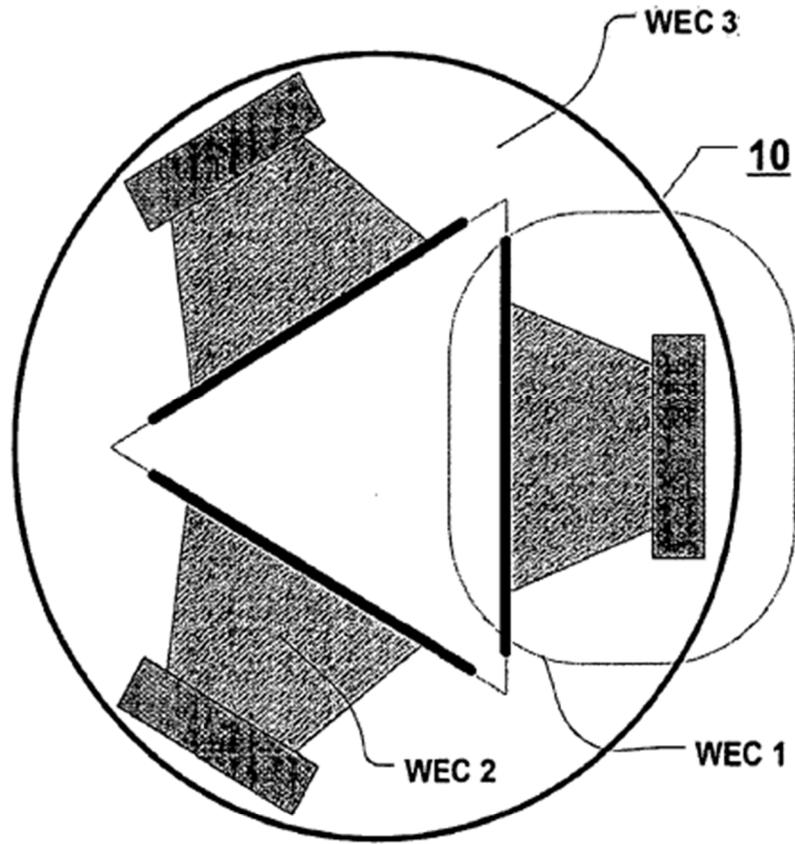


FIG. 14A

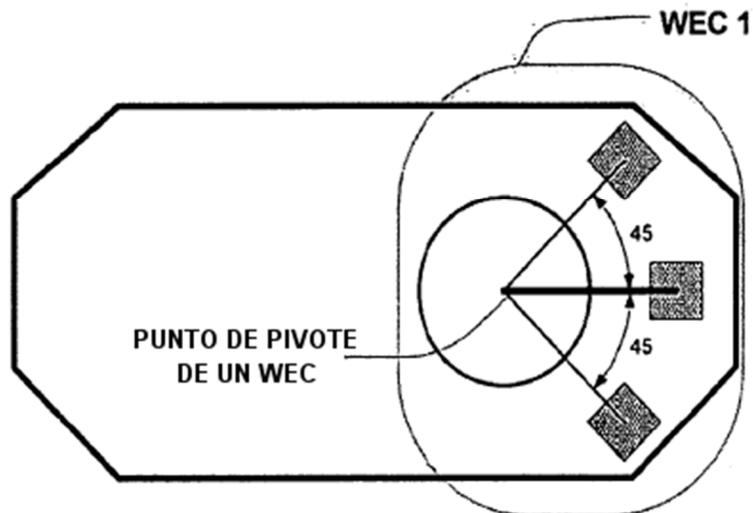


FIG. 14B

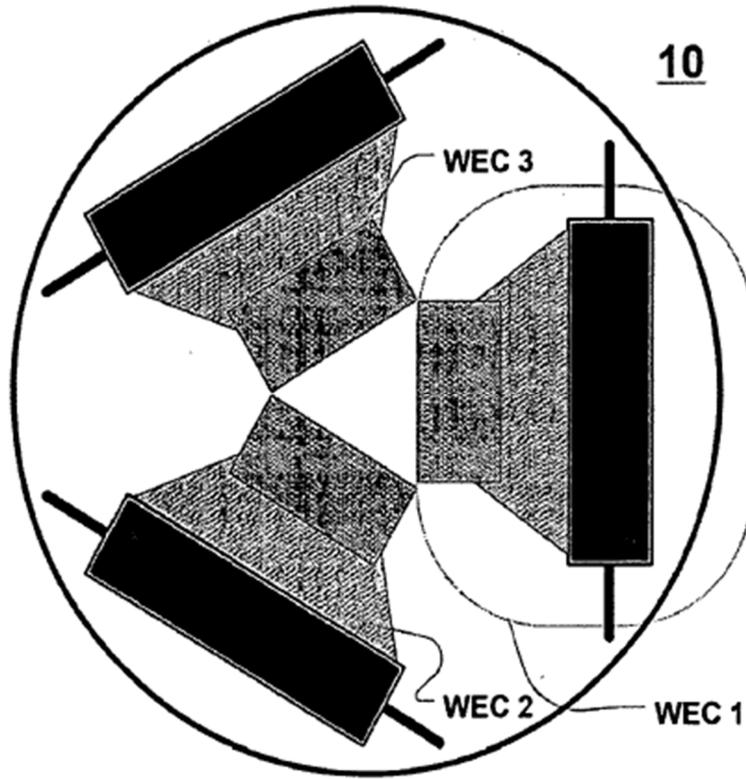


FIG. 15A

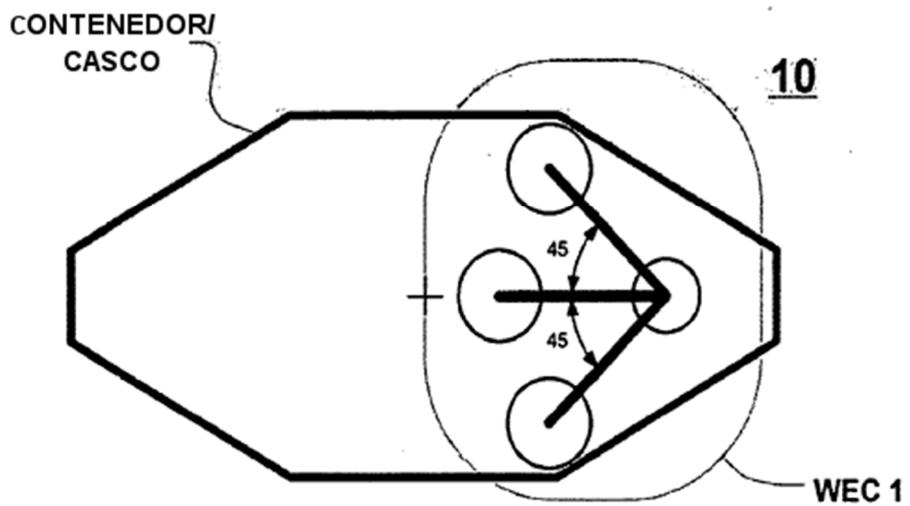


FIG. 15B

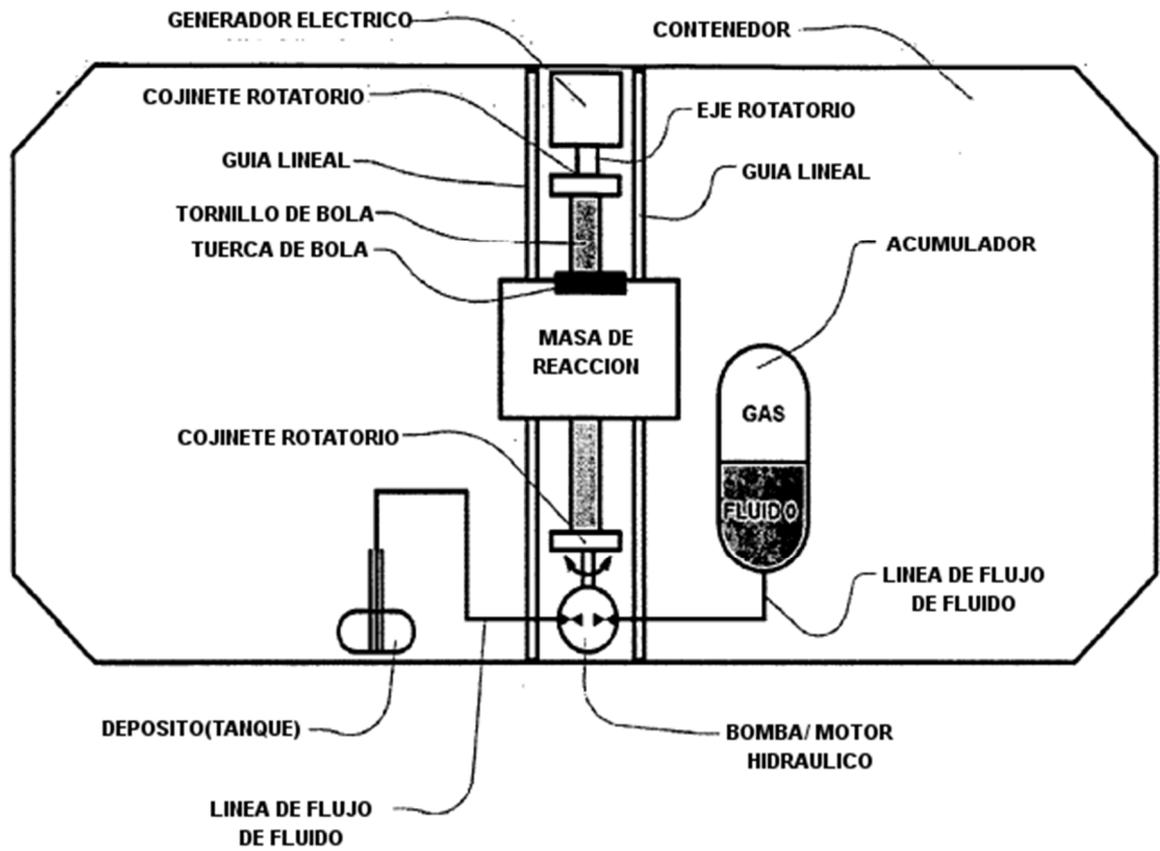


FIG. 16