(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 645 258**

(51) Int. CI.:

F03B 13/20 (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/US2012/030630**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12135154**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2012 E 12763033 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2691641**

(54) Título: **Convertidor de energía de las olas con resorte hidráulico giratorio**

(30) Prioridad:

28.03.2011 US 201161516003 P
28.03.2011 US 201161516025 P
28.03.2011 US 201161516004 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2017

(73) Titular/es:

OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1590 Reed Road
Pennington, NJ 08534, US

(72) Inventor/es:

STEWART, DAVID, B.

(74) Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

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

Convertidor de energía de las olas con resorte hidráulico giratorio

Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a los resortes hidráulicos giratorios que pueden usarse en lugar de resortes mecánicos (es decir, físicos) y/o resortes hidráulicos lineales.

Hay muchas aplicaciones donde se requieren resortes. El uso de resortes mecánicos (es decir, físicos) es a menudo problemático debido a las limitaciones de tamaño, limitaciones de tiempo de respuesta y consideraciones de confiabilidad. Esto es particularmente así donde los resortes mecánicos deben ser capaces de manipular pesos muy grandes (por ejemplo, miles de kilogramos). Como una alternativa se han sugerido resortes hidráulicos lineales mediante el uso líquidos y gases presurizados. Sin embargo, como se describe más abajo, los resortes hidráulicos lineales tienen inconvenientes graves que limitan su uso.

La invención se ilustra para su uso en aplicaciones de energía de las olas.

Los problemas relacionados con el uso de resortes mecánicos (físicos) se describen en la patente de Estados Unidos 7,443,046, concedida a Stewart y otros (Stewart es el solicitante de la presente) y en la patente de Estados Unidos 8,067,849. Como se describe en las patentes de Estados Unidos mencionadas, puede formarse una boya del convertidor de energía de las olas (WEC) que incluya: (a) un "flotador" o contenedor que se acciona por las olas, (b) una masa de “reacción“ que está totalmente contenida dentro del flotador, (c) un resorte físico y (d) un dispositivo de toma de energía (PTO) se acopla a la masa de reacción y al flotador. En este tipo de sistema, la masa de reacción (M) está suspendida o soportada por un resorte físico que se conecta al flotador y cuya constante de fuerza (k) se sintoniza para dar el período natural deseado del WEC.

La Figura 1 de la técnica anterior, que corresponde a la Figura 5 de la patente de Estados Unidos 7,443,046, muestra un convertidor de energía de las olas (WEC) de masa sobre resorte (MOS) que usa resortes mecánicos (físicos) para formar un oscilador MOS dentro de una cubierta de boya sellada herméticamente.

La Figura 2 de la técnica anterior es un dibujo muy simplificado que muestra el uso de un resorte hidráulico como también se enseña (o se sugiere) en la patente de Estados Unidos 7,443,046. Encerrado dentro de una cubierta de boya 100 hay un cilindro hidráulico acoplado a través de una línea de flujo de fluido a un acumulador. Una masa de reacción se une a un pistón que tiene una cabeza del pistón que se mueve (arriba y abajo) dentro del cilindro en respuesta a las olas que impactan la cubierta de la boya. La masa de reacción se acopla mecánicamente a un dispositivo de toma de energía (PTO) que produce energía en respuesta al movimiento de la masa de reacción. En la Figura 2, se proporciona un fluido que puede fluir entre las porciones inferiores del cilindro hidráulico y el acumulador hidráulico a través de la línea de flujo de fluido. El fluido se usa entonces para cambiar la presión de un gas insertado en el acumulador. Es decir, el fluido puede comprimir el gas cuando la masa de reacción empuja el pistón hacia abajo dentro del cilindro hidráulico. Por otra parte, el gas comprimido (dentro del acumulador) cuando se coloca bajo presión tiende a retroceder lo que tiende a forzar el fluido y el pistón y la masa de reacción a moverse verticalmente hacia arriba dentro del cilindro.

El funcionamiento del resorte hidráulico de la Figura 2 se ilustra en las Figuras 3A, 3B y 3C que demuestran que la función de un resorte mecánico (físico) puede realizarse mediante el uso de cilindros hidráulicos lineales acoplados a los acumuladores hidráulicos lineales como se describe en la patente de Estados Unidos 7,443,046. Una masa de reacción se une a un pistón terminado en una cabeza del pistón localizado dentro del cilindro hidráulico y la masa de reacción/pistón/cabeza del pistón puede moverse hacia arriba y hacia abajo a lo a lo largo del cilindro. El cilindro hidráulico se conecta a través de una línea de flujo al acumulador de manera que un fluido dentro del cilindro puede fluir hacia adelante y hacia atrás entre el cilindro hidráulico y el acumulador hidráulico a través de la línea de flujo. Las Figuras 3A, 3B y 3C muestran la masa de reacción en tres posiciones diferentes. Cuando la masa de reacción está en la posición superior (la cabeza del pistón está cerca de la parte superior del cilindro) como se muestra en la Figura 3A, la presión del gas en el acumulador está en su nivel más bajo, lo que permite que la masa de reacción caiga hacia el centro del desplazamiento. Cuando la masa de reacción está en la posición inferior (la cabeza del pistón está cerca de la parte inferior del cilindro) como se muestra en la Figura 3C, la presión del gas en el acumulador se encuentra en su nivel más alto, lo que tiende a empujar la masa de reacción hacia el centro del desplazamiento. Cuando la masa de reacción está en la posición del centro (central), como se muestra en la Figura 3B, la presión del gas en el acumulador proporciona suficiente fuerza sobre la barra del cilindro para contrarrestar el efecto de la gravedad sobre la masa de reacción. Esta condición refleja el ajuste de la presión de “precarga” que se selecciona para proporcionar la fuerza de contrapeso deseada proporcionada por el cilindro hidráulico.

Un problema significativo con el resorte hidráulico “lineal“ de las Figuras 2 y 3 es que los cilindros hidráulicos tienden a tener una vida finita en términos de desplazamiento lineal (por ejemplo, 10,000 km de desplazamiento) antes de que el sello del pistón y de la barra se rompa. Como se muestra en la Figura 3B (ver las marcas en los bordes), el frotamiento constante en la periferia exterior del pistón y la cabeza del pistón hace que los sellos de la barra y los sellos del pistón

se desgasten o se rompan. Otro reto con los cilindros hidráulicos lineales es su longitud (deben ser al menos tan largos como dos veces la distancia de desplazamiento) y requieren un guiado de precisión. Estos problemas se superan en los sistemas que incorporan la invención.

Resumen de la invención

De acuerdo con la invención, el movimiento generalmente hacia arriba y hacia abajo de una masa de reacción se convierte en movimiento giratorio que se usa para accionar un resorte hidráulico giratorio compuesto por un motor de bomba hidráulica giratoria y un acumulador combinado para producir una función de “resorte“. Los resortes hidráulicos giratorios que incorporan la invención incluyen bombas/motores hidráulicos giratorios que son conocidos por tener vidas útiles largas, haciéndolos una alternativa atractiva al cilindro hidráulico lineal, descrita anteriormente. La invención es particularmente aplicable a los convertidores de energía de las olas (WEC) que tienen una masa de reacción que necesita acoplarse a un resorte para asegurar su oscilación y hacer que se centre alrededor de su centro de desplazamiento. De acuerdo con la invención, la masa de reacción se acopla mediante un conversor de movimiento lineal a giratorio a una bomba/motor hidráulico giratorio acoplado a un motor para proporcionar una acción de resorte a la masa de reacción y asegurar su oscilación. Los resortes hidráulicos giratorios formados de acuerdo con la invención pueden usarse en lugar de resortes mecánicos físicos o resortes cilíndricos hidráulicos lineales.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos acompañantes (que no están dibujados a escala), los caracteres de referencia similares denotan los componentes similares; y

La Figura 1 es un dibujo de un WEC de masa en resorte de la técnica anterior mediante el uso un resorte físico;

La Figura 2 es un dibujo de un WEC de masa en resorte de la técnica anterior con un resorte cilíndrico lineal;

Las Figuras 3A, 3B y 3C ilustran tres posiciones diferentes del resorte cilíndrico lineal de la Figura 2 y un problema asociado con el mismo;

La Figura 4 es una sección transversal altamente simplificada de un dispositivo WEC que tiene una masa de reacción con movimiento lineal ascendente y descendente y que incluye un resorte hidráulico giratorio de acuerdo con la invención;

Las Figuras 5A, 5B y 5C ilustran tres posiciones diferentes del sistema de la Figura 4;

La Figura 6 es una sección transversal altamente simplificada de un dispositivo WEC que tiene una masa de reacción giratoria acoplada a un resorte hidráulico giratorio de acuerdo con la invención;

La Figura 7 es una sección transversal altamente simplificada de una masa de reacción con un movimiento lineal descendente acoplado a una polea para producir un movimiento giratorio para accionar una bomba/motor hidráulico acoplado a múltiples acumuladores;

La Figura 8 es un diagrama en sección transversal simplificado de un dispositivo WEC mediante el uso un sistema de accionamiento por correa/cable con un resorte hidráulico giratorio que incorpora la invención; y

La Figura 9 es un diagrama en sección transversal simplificado de un dispositivo WEC cuya masa de reacción acciona un mecanismo bola y tornillo y en donde un resorte hidráulico giratorio se usa para proporcionar una función de resorte de acuerdo con la invención.

Descripción detalla de los dibujos

Haciendo referencia a la Figura 4, se muestra un contenedor o cubierta 100 en la que se localiza un dispositivo del convertidor de energía de las olas (WEC) 200. El dispositivo WEC 200 incluye: (a) una masa de reacción, M1, que puede moverse hacia arriba y hacia abajo a lo largo de guías lineales (126a, 126b) montadas entre la parte superior y la parte inferior de la cubierta; (b) una cremallera dentada 42 que depende de la masa de reacción y se mueve hacia arriba y hacia abajo con ella en respuesta al movimiento de la ola haciendo que la cubierta 100 se mueva; (c) un engranaje de piñón 44 cuyos dientes se engranan con la cremallera y se hace girar en correspondencia al movimiento ascendente descendente de la cremallera; (d) el engranaje de piñón 44 se une a un eje 46 que gira como una función de la rotación del engranaje de piñón; (e), el eje 46 acciona entonces una bomba/motor hidráulico giratorio 48 que puede provocar un aumento o disminución de la cantidad de fluido desde un depósito de fluido 50 para que se empuje o se extraiga de un acumulador 52 (que tiene una bolsa de gas) y controlando de esta manera la presión del gas dentro del acumulador; (f) la masa de reacción se conecta mecánicamente a un dispositivo de toma de energía (PTO) para producir energía. En la Figura 4, la PTO incluye un engranaje de piñón 54 cuyos dientes se engranan con la cremallera 42 y (como el engranaje de piñón 44) se hace girar en correspondencia con el movimiento ascendente descendente de la cremallera. El

engranaje de piñón 54 se une a un eje 56 que acciona un generador eléctrico 58 directamente o a través de un mecanismo engranaje (no se muestra).

El funcionamiento del dispositivo WEC 200 como una función del movimiento de la masa de reacción y de la cremallera acoplada al mismo en respuesta al movimiento ondulatorio se muestra en las Figuras 5A, 5B y 5C. A medida que la masa de reacción se mueve hacia arriba y hacia abajo, el eje 46 se hace girar en el en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario a las manecillas del reloj para controlar la bomba/motor hidráulico de manera que más fluido fluya hacia el acumulador 52 para comprimir el gas o parte del fluido fluya fuera del acumulador 52 disminuyendo la presión ejercida por el gas sobre el fluido. Cuando la masa de reacción está en la posición superior como se muestra en la Figura 5A, la presión del gas en el acumulador está en su punto más bajo, lo que permite que la masa de reacción pase fácilmente hacia el centro del desplazamiento. Cuando la masa de reacción está en la posición inferior como se muestra en la Figura 5C, la presión del gas en el acumulador está en su punto más alto, lo que tiende a hacer retroceder la masa de reacción hacia el centro de desplazamiento. Cuando la masa de reacción está en la posición del centro (central), como se muestra en la Figura 5B, la presión del gas en el acumulador proporciona suficiente fuerza sobre el eje 46 y el engranaje del piñón 44 para compensar el efecto de la gravedad sobre la masa de reacción. Esta condición refleja el ajuste de la presión de “precarga” que se selecciona para proporcionar la fuerza de contrapeso deseada proporcionada por el sistema. La bomba/motor hidráulico giratorio y el acumulador proporcionan por lo tanto una función de “resorte” sin necesidad de cilindros hidráulicos lineales o resortes físicos.

El volumen del acumulador se selecciona para proporcionar la “elasticidad” deseada del sistema. Para la misma cantidad de gas, un acumulador físicamente más grande proporciona un resorte “más suave” mientras que un acumulador físicamente más pequeño proporciona un resorte más duro “más rígido“.

La capacidad de usar la bomba/motor hidráulico giratorio se basa en la conversión del movimiento lineal de la masa de reacción y su cremallera en movimiento de rotación para accionar la bomba/motor hidráulico giratorio y viceversa en la conversión de la rotación del eje de la bomba/motor hidráulico giratorio en movimiento lineal de la masa de reacción.

En la Figura 4, se muestra que el generador eléctrico tiene su propio eje. Sin embargo debe entenderse que el generador eléctrico giratorio podría usar el mismo eje que la bomba/motor hidráulico giratorio. La Figura 4 ilustra también el uso de una cremallera y un piñón. Se apreciará que el arreglo de cremallera y piñón puede reemplazarse por cualquier otro dispositivo mecánico o electromecánico adecuado como se ilustra en la presente descripción. Podría haber más de un dispositivo WEC dentro de la cubierta 100 y podrían ser de tipos diferente como se ilustra en la presente descripción.

La Figura 6 muestra que puede usarse la invención de resorte de bomba-motor hidráulico giratorio con un dispositivo WEC que tiene una masa de reacción giratoria. En la Figura 6 se muestran dos dispositivos WEC similares posicionados dentro de la cubierta/contenedor 100. La Figura 6 es una vista en sección transversal idealizada de un dispositivo WEC de masa de reacción giratorio que incorpora la invención. El dispositivo WEC incluye un tambor circular 62 de radio constante montado de manera giratoria sobre un eje 64 que se une al lado de un contenedor 100 o soportado por medio de uno o más postes (no se muestran) que se apoyan sobre la parte inferior del contenedor 100. Una masa de reacción M1 se une a un extremo de un brazo de palanca rígido 66, de longitud fija, cuyo otro extremo se une a la superficie exterior del tambor 62. Un eje 68 se une en un extremo al tambor 62 y en su otro extremo a una bomba/motor hidráulico 48. La bomba/motor hidráulico 48 en combinación con el depósito 50 y el acumulador 52 proporcionan una acción de resorte al eje 66 y de allí a la masa de reacción. El movimiento de la masa de reacción gira el eje 66 en una dirección en el sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario a las manecillas del reloj. El movimiento del eje 66 es suficiente para hacer que la bomba/motor hidráulico 48 haga que el fluido fluya como se muestra en las Figuras 5A, 5B y 5C. Por lo tanto, la bomba/motor hidráulico 48 proporciona la función de resorte requerida para permitir que el dispositivo WEC de masa de reacción giratorio funcione como si un resorte físico estuviera acoplado al tambor. El movimiento de la masa de reacción se convierte entonces en energía útil (por ejemplo, energía eléctrica) mediante el PTO 58.

La Figura 7 muestra otra aplicación de la invención. En esta modalidad, la masa de reacción M1 está soportada por un cable 72 que se enrolla alrededor de una polea 74 que gira alrededor de un pivote 76. La polea se une a un eje 78 que a su vez se une al eje de una bomba/motor hidráulico giratorio 48. La bomba/motor hidráulico 48 puede bombear líquido entre el depósito 50 y el acumulador 52 por medio de una línea de flujo de fluido 55 acoplada entre el depósito 50 y la bomba 48 y una línea de flujo de fluido 53 acoplada entre la bomba 48 y el acumulador 52. En la Figura 7, se muestra que el acumulador 52 tiene cuatro (4) subacumuladores 52a, b, c, d. Cada subacumulador se acopla por su respectiva válvula (V1, V2, V3 y V4) a la línea de flujo de fluido 53 que se extiende entre el acumulador 52 y la bomba/motor 48. Las válvulas pueden ser cualquiera de las válvulas que sean controlables (eléctrica o mecánicamente). Esta modalidad muestra que puede usarse varios acumuladores más pequeños en lugar de uno grande. Más importante aún, lo que se muestra es que al tener múltiples acumuladores, es posible abrir y cerrar las válvulas para conectar o desconectar los seleccionados de los subacumuladores. Cuando todos los subacumuladores se conectan a la bomba-motor hidráulico giratorio, el “resorte” del sistema es “suave“. Cuando sólo uno o dos de los subacumuladores se conectan a la bomba-motor, la elasticidad del sistema es “rígida”. Un operador de boya puede ajustar la rigidez del resorte para conseguir que el oscilador de masa-resorte resuene a una frecuencia deseada, con el fin de maximizar la captura de energía de las olas. Alternativamente, la activación y desactivación de las válvulas (V1, V2, V3 y V4) puede controlarse

(automáticamente) por un procesador 700 (que puede programarse) que acciona un circuito de control de válvula 702 para realizar cualquier función similar a la del resorte deseada. Tenga en cuenta que el procesador puede usarse para programar y controlar la respuesta del sistema.

Las ventajas significativas del resorte hidráulico giratorio de la invención son que no hay componentes lineales, no requiere ningún motor o bomba hidráulica de alta velocidad, utiliza componentes altamente eficientes y de bajo coste y circuitos simples.

La Figura 8 es una vista en sección transversal simplificada de un contenedor en el que se monta un dispositivo de convertidor de energía de las olas (WEC) 600 capaz de: (a) responder eficazmente a los movimientos y fuerzas de inclinación, elevación y/o balanceo cuando se localiza en la parte frontal o parte posterior o, en general, a lo largo de la periferia exterior del contenedor 100; y (b) responder de manera eficiente al movimiento y las fuerzas de elevación si se localiza generalmente alrededor del centro del contenedor 100.

La Figura 8 muestra una masa de reacción M1, que tiene un terminal de unión lateral superior 22a y un terminal de unión lateral inferior 22b, que pueden subir y bajar entre los carriles guía 24a, 24b. Una correa/cable 26, firmemente unida al terminal superior 22a, se extiende desde el terminal 22a y se enrolla alrededor de una polea/rodillo superior 28a. El cable 26 se extiende entonces alrededor de la polea/rodillo 30a y se enrolla alrededor de una polea 32 que acciona a través de un eje 34 un generador eléctrico 140 (es decir, un PTO) controlado también por un controlador 150. El cable 26 se extiende alrededor de la polea/rodillo 30b y luego va alrededor de una polea 36 y luego se extiende alrededor de una polea/rodillo inferior 28b y luego se extiende hasta el punto terminal 22b al cual se une firmemente. El rodillo/polea 36 acciona un eje 37 acoplado a una bomba/motor hidráulico giratorio 48 que controla el flujo de fluido hacia un acumulador 52 a través de la línea de fluido 53. Un depósito de fluido 50 se acopla a la bomba/motor 48 a través de una línea de fluido 55. La bomba/motor 48, el acumulador 52 y el depósito 50 proporcionan la función de resorte primario para provocar que la masa de reacción oscile y se conduzca hasta el punto medio de su desplazamiento ascendente descendente.

El contenedor 100 se mueve en respuesta a las olas en la masa de agua en la que se coloca, provocando que la masa de reacción M1 se mueva hacia arriba y hacia abajo entre el rodillo superior 28a y el rodillo inferior 28b. Pueden usarse topes (no se muestran) para evitar que la masa de reacción golpee los rodillos. A medida que la masa de reacción mueve el cable 26 hace que los ejes 34 y 37 giren en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Cuando el eje 34 gira, acciona el generador 1 o se acciona por el generador 140 que funciona como un motor. Igualmente, cuando el eje 37 gira, acciona la bomba/motor 48 (lo que aumenta la presión en el acumulador) o el eje se acciona por la bomba/motor 48 (respondiendo a la presión en el acumulador).

El controlador 150 y el generador/motor 140 también pueden usarse para tender a forzar la masa de reacción hacia el centro de desplazamiento en respuesta a las señales indicativas de la posición y velocidad de la masa de reacción. El generador puede programarse (controlarse) para proporcionar una función similar a un resorte. El generador se comporta como un resorte cuando el controlador controla la corriente del generador de tal manera que se aplica una fuerza a las correas para mantener centrada la masa de reacción. La fuerza se aumenta a medida que la masa de reacción se desplaza más lejos del punto medio, de la misma manera que un resorte mecánico aumentaría la fuerza a medida que aumenta el desplazamiento.

La Figura 9 muestra un dispositivo WEC accionado por bola y tornillo montado dentro de un contenedor 100 cuya función de resorte incluye un resorte hidráulico giratorio. La masa de reacción M1 se mueve hacia arriba y hacia abajo en respuesta al movimiento de la ola lo que hace que el contenedor 100 se eleve (o se incline). A medida que M1 se mueve hacia arriba y hacia abajo, hace que un tornillo de bola 91 gire en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario a las manecillas del reloj. El eje del tornillo de bola se conecta al eje de la bomba/motor hidráulico giratorio 48 que controla el flujo de fluido entre el depósito de fluido 50 y el acumulador 52. 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 (nivel más bajo) y la presión ejercida por el gas está en un mínimo. Para la condición opuesta (cuando la masa de reacción está en o cerca del fondo), la cantidad de fluido en el acumulador está en un máximo y la presión ejercida por el gas está en un máximo. Por lo tanto, la bomba/motor hidráulico giratorio 48 proporciona la función de resorte requerida para permitir que el dispositivo WEC funcione como si un resorte físico estuviera acoplado al tambor de reacción.

Debe ser evidente a partir de la descripción anterior que las modalidades mostradas son para fines de ilustración y que pueden usarse muchos tipos diferentes de dispositivos WEC para poner en práctica la invención.

Reivindicaciones

1. Un sistema convertidor de energía de las olas (WEC) que comprende:
un contenedor (100) diseñado para extenderse a lo largo de la superficie de una masa de agua y para ser sensible al movimiento de las olas en la masa de agua;
un dispositivo convertidor de energía de las olas (WEC) (200) montado y contenido totalmente dentro del contenedor (100); dicho dispositivo WEC (200) que incluye una masa de reacción localizada dentro del contenedor (100) y se dispone para moverse generalmente hacia arriba y hacia abajo en respuesta al movimiento de las olas; y
un resorte hidráulico giratorio que comprende una bomba/motor hidráulico giratorio (48) y un acumulador (52), la bomba/motor hidráulico giratorio (48) se acopla de manera giratoria a la masa de reacción para controlar al menos una de la oscilaciones y posición de la masa de reacción.

2. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el dispositivo WEC incluye una cremallera (42) y el mecanismo de engranaje del piñón (44), en donde la cremallera (42) se acciona hacia arriba y hacia abajo por la masa de reacción, y en donde la cremallera (42) provoca la rotación del engranaje de piñón (44), y en donde el engranaje de piñón (44) tiene un eje (46) acoplado a la bomba/motor hidráulico giratorio (48).

3. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde la masa de reacción se acopla mediante un brazo de palanca (66) a un cilindro (62) que gira como una función del movimiento hacia arriba y hacia abajo de la masa de reacción y en donde el cilindro (62) se acopla mediante un eje (68) a la bomba/motor hidráulico giratorio (48).

4. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el dispositivo WEC incluye un sistema de correa (72) y polea (74) acoplado a la masa de reacción, en donde la correa (72) se mueve como una función del movimiento de la masa de reacción, y en donde la correa (72) se acopla a un eje (78) que gira en respuesta al movimiento de la correa, y en donde el eje (78) se acopla a la bomba/motor hidráulico giratorio (48).

5. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el dispositivo WEC incluye un mecanismo bola y tornillo acoplado a la masa de reacción, en donde el tornillo (91) gira en respuesta al movimiento de la masa de reacción y en donde el tornillo giratorio se acopla a la bomba/motor hidráulico giratorio (48).

6. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el resorte hidráulico giratorio incluye un depósito (50) para almacenar un líquido y en donde la bomba/motor hidráulico giratorio se acopla a través de una primera línea de flujo de fluido (55) al depósito (50) y a través de una segunda línea de flujo de fluido (53) al acumulador (52) y en donde se incluye un gas en el acumulador (52).

7. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 6, en donde la masa de reacción se mueve entre un punto superior y un punto inferior; y en donde la bomba/motor hidráulico giratorio (48) funciona, como una bomba, para aumentar la presión en el acumulador (52) cuando la masa de reacción se mueve a su posición inferior y en donde la bomba/motor hidráulico giratorio funciona como un motor, disminuyendo la presión en el acumulador (52) cuando la masa de reacción se mueve o se conduce a su posición superior.

8. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 6, en donde un dispositivo de toma de energía se acopla a la masa de reacción para convertir su movimiento en energía útil.

9. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 6, en donde el acumulador (52) incluye N subacumuladores, cada subacumulador que tiene una válvula controlable asociada para habilitar o inhabilitar la inclusión de su respectivo subacumulador; en donde N es un número entero de uno o más.

10. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 9, en donde dichas válvulas son controlables por medio de señales eléctricas.

11. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 6, en donde el acumulador (52) incluye N subacumuladores, cada subacumulador que tiene una válvula asociada para habilitar o inhabilitar la inclusión de su respectivo subacumulador; y en donde dicho dispositivo WEC incluye un procesador sensible a las señales seleccionadas para procesar estas señales y aplicar las señales seleccionadas a las válvulas seleccionadas controlando de esta manera la elasticidad del resorte hidráulico giratorio; donde N es un número entero de uno o más.

12. Un sistema WEC como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde dicho resorte hidráulico giratorio es un resorte variable, la elasticidad del resorte hidráulico que se varía mediante la adición selectiva de acumuladores adicionales a dicho acumulador (52), o eliminándolos.

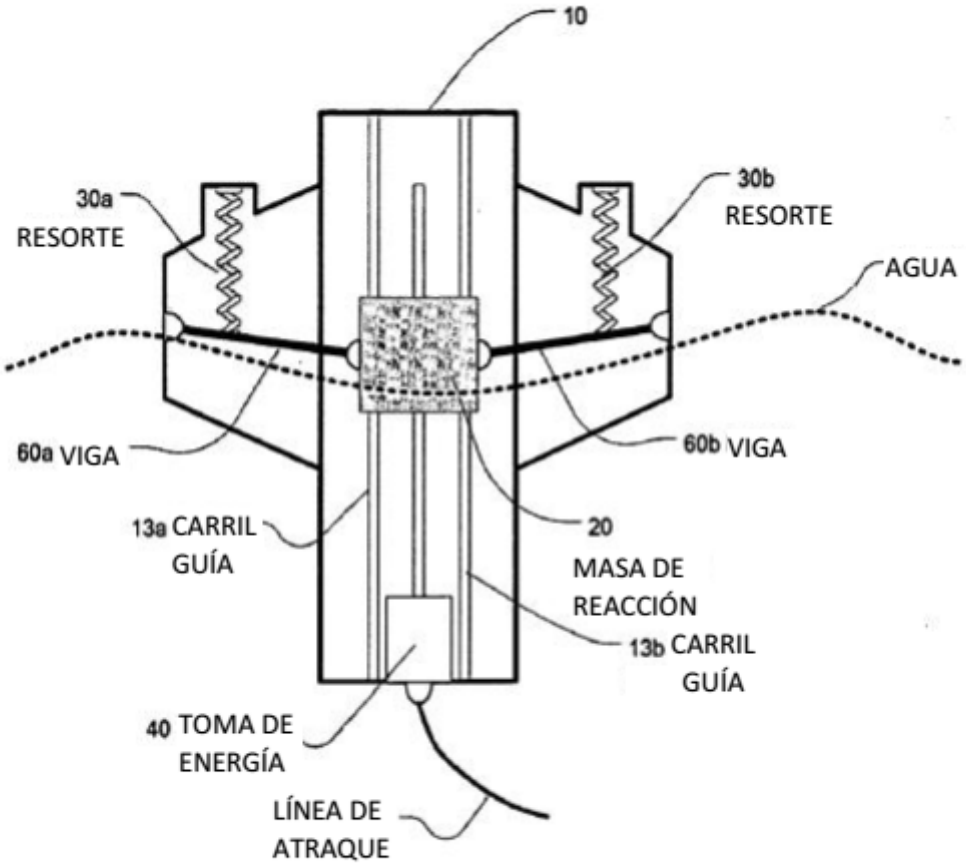

FIG. 1 – TÉCNICA ANTERIOR

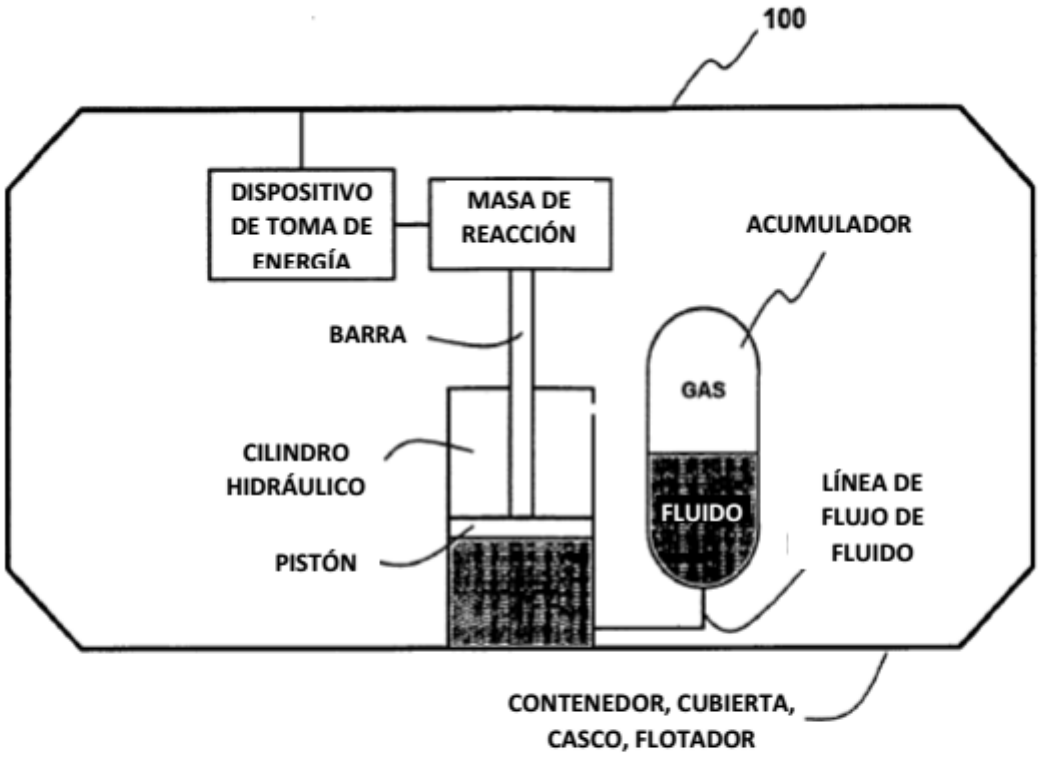

FIG. 2 – TÉCNICA ANTERIOR

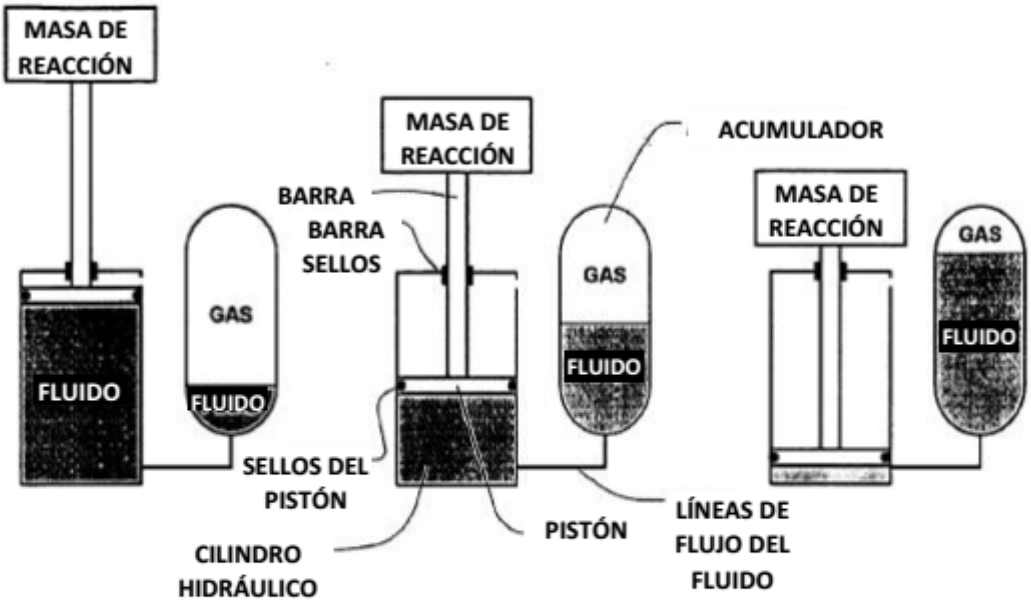

FIG. 3A FIG. 3B FIG. 3C

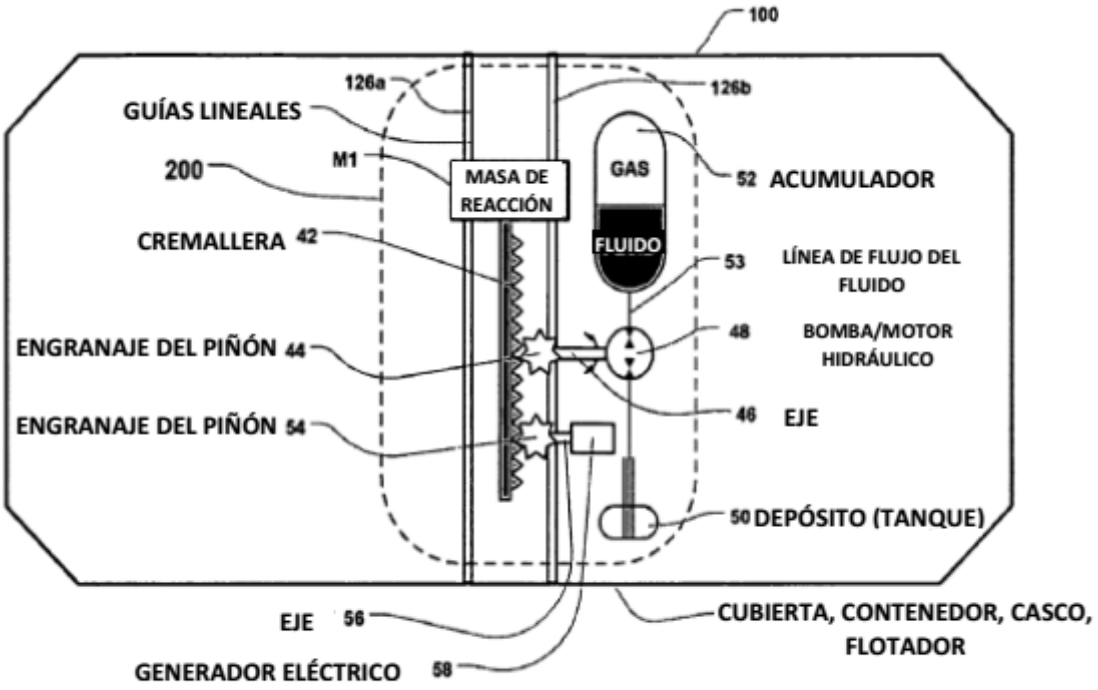
100
126a
126b
GUÍAS LINEALES
200
M1
MASA DE REACCIÓN
GAS
52 ACUMULADOR
CREMALLERA 42
FLUIDO
53 LÍNEA DE FLUJO DEL FLUIDO
ENGRANAJE DEL PIÑÓN 44
48 BOMBA/MOTOR HIDRÁULICO
ENGRANAJE DEL PIÑÓN 54
46 EJE
50 DEPÓSITO (TANQUE)
EJE 56
CUBIERTA, CONTENEDOR, CASCO, FLOTADOR
GENERADOR ELÉCTRICO 58

FIG. 4

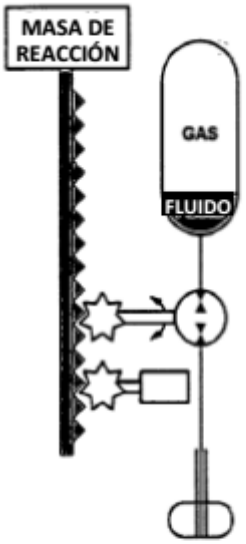

FIG. 5A

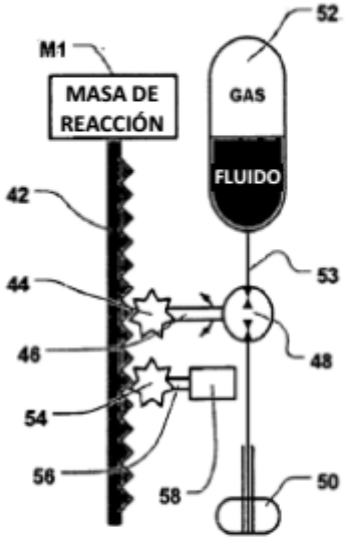

FIG. 5B

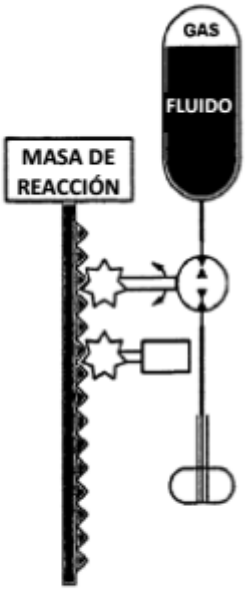

FIG. 5C

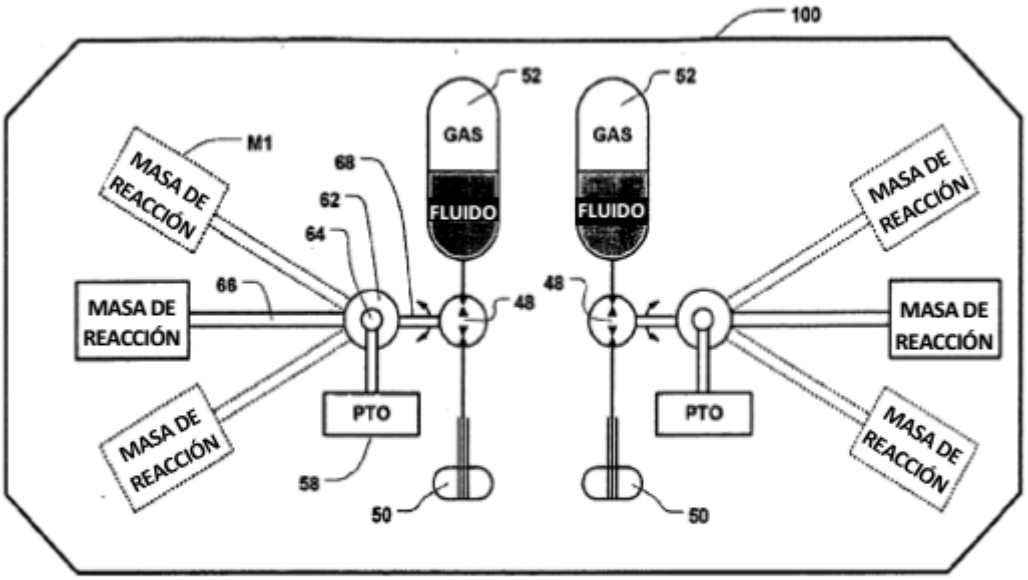
100
52
52
GAS
GAS
FLUIDO
FLUIDO
M1
MASA DE REACCIÓN
68
62
64
66
48
48
MASA DE REACCIÓN
MASA DE REACCIÓN
MASA DE REACCIÓN
MASA DE REACCIÓN
MASA DE REACCIÓN
PTO
PTO
58
50
50

FIG. 6

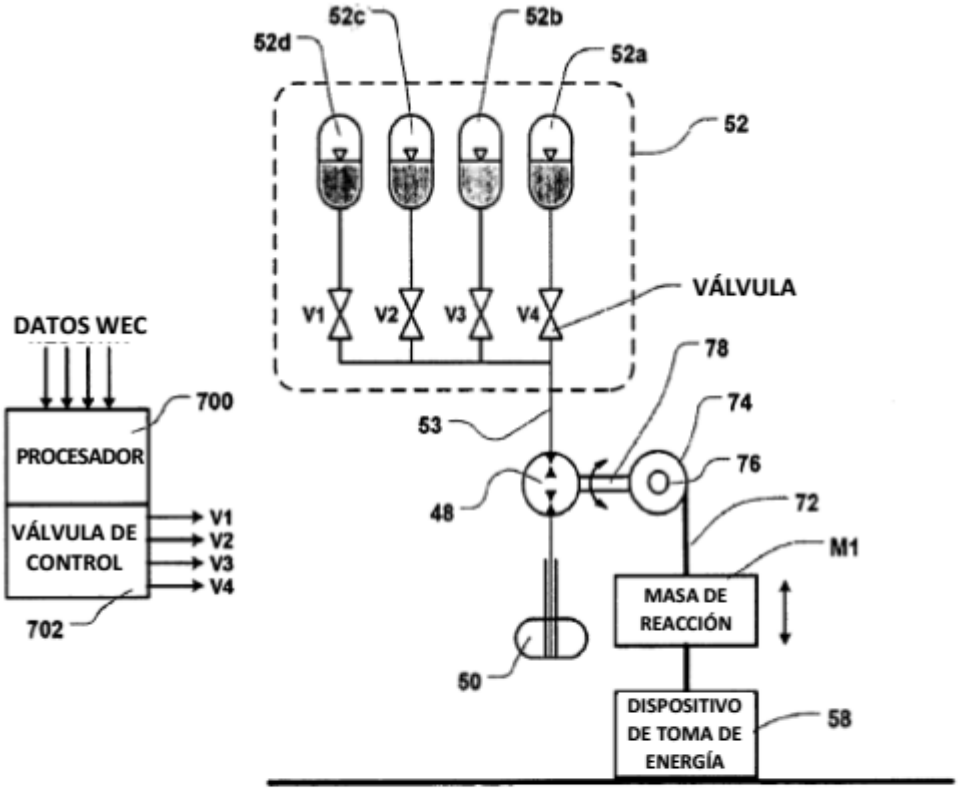
52c
52b
52d
52a
52
VÁLVULA
V1
V2
V3
V4
78
74
53
76
48
72
M1
MASA DE REACCIÓN
50
DISPOSITIVO DE TOMA DE ENERGÍA
58
DATOS WEC
700
PROCESADOR
VÁLVULA DE CONTROL
V1
V2
V3
V4
702

FIG. 7

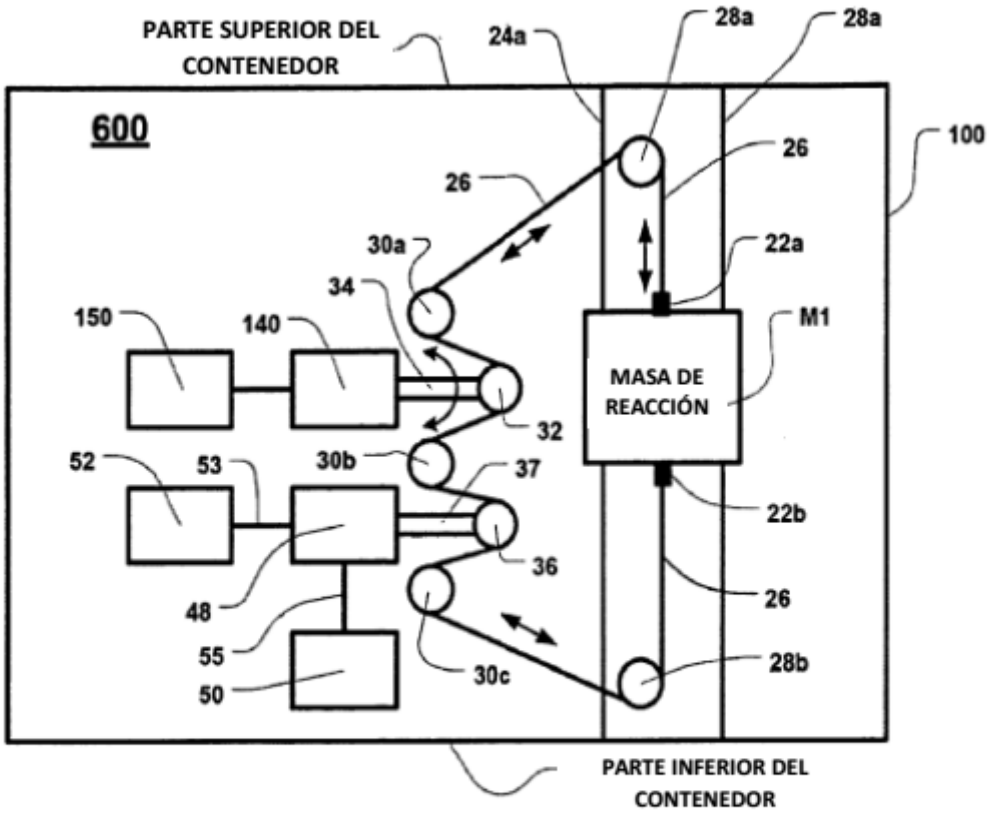
PARTE SUPERIOR DEL CONTENEDOR
24a
28a
28a
600
100
26
26
30a
22a
34
150
140
M1
MASA DE REACCIÓN
32
52
53
30b
37
22b
36
26
48
55
50
30c
28b
PARTE INFERIOR DEL CONTENEDOR

FIG. 8

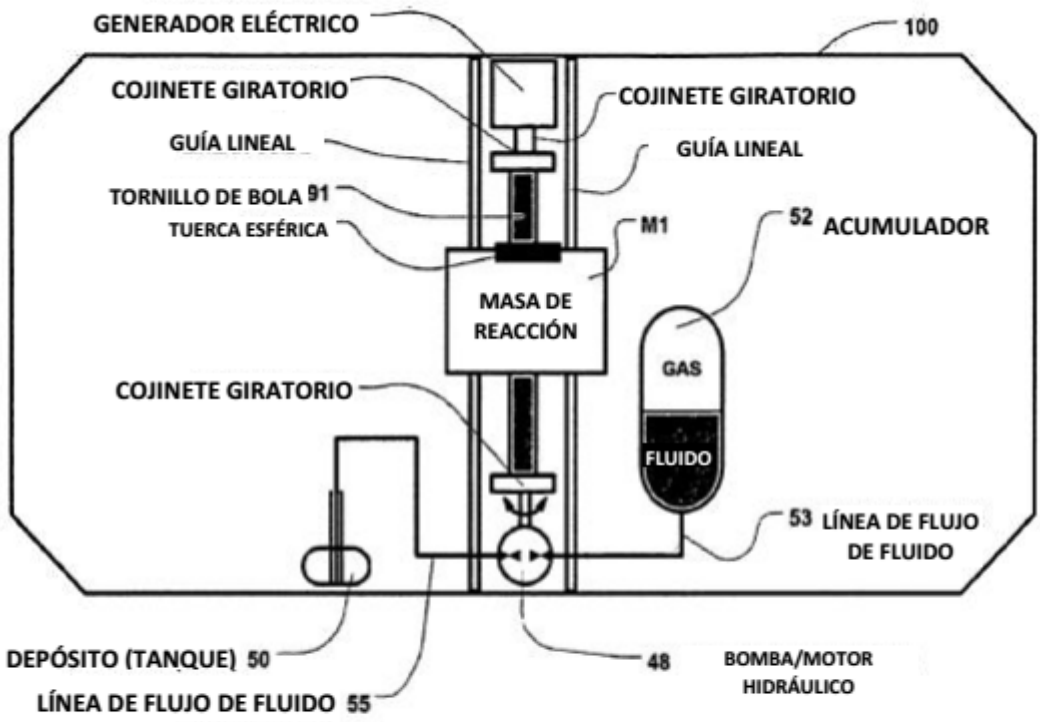
GENERADOR ELÉCTRICO
100
COJINETE GIRATORIO
COJINETE GIRATORIO
GUÍA LINEAL
GUÍA LINEAL
TORNILLO DE BOLA 91
TUERCA ESFÉRICA
M1
52 ACUMULADOR
MASA DE REACCIÓN
GAS
FLUIDO
COJINETE GIRATORIO
53 LÍNEA DE FLUJO DE FLUIDO
DEPÓSITO (TANQUE) 50
LÍNEA DE FLUJO DE FLUIDO 55
48
BOMBA/MOTOR HIDRÁULICO

FIG. 9