

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 394**

51 Int. Cl.:
F03B 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04725434 .7**
- 96 Fecha de presentación: **02.04.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1611349**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.01.2006**

54 Título: **Aparato que emplea energía de las olas**

30 Prioridad:
04.04.2003 GB 0307827

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.11.2012

73 Titular/es:
PELAMIS WAVE POWER LIMITED (100.0%)
31 Bath Road Leith Docks
Edinburgh EH6 7AH , GB

72 Inventor/es:
YEMM, RICHARD

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 394 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

Aparato que emplea la energía de las olas

Esta invención se refiere a una unidad de acople, un aparato y un método para extraer energía de las olas acuáticas, en particular de las olas marinas.

5 Las olas marinas representan una fuente de energía significativa. Es conocido el uso de un convertidor de energía de las olas para extraer energía de tales olas. Un aparato mejorado se muestra en el documento US 6476511 (también publicada como WO 00/17519). Aquí se muestra un aparato para extraer energía de las olas marinas que comprende una cantidad de elementos de cuerpo cilíndrico flotantes conectados entre sí en sus extremos para formar una estructura tipo cadena articulada. Cada par de elementos cilíndricos adyacentes están conectados directamente entre sí por elementos de acoplamiento que permiten la rotación relativa de los elementos cilíndricos alrededor de por lo menos un eje. Con preferencia, los elementos de acoplamiento adyacentes permiten la rotación relativa alrededor de ejes transversales mutuamente ortogonales. El documento US 4408945 divulga una turbina energizada por olas en la cual dos flotadores están conectados a una barcaza central.

15 Un objeto de la presente invención es proveer un aparato y un método mejorados adicionalmente para extraer energía de las olas.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se provee un aparato para extraer energía de las olas, de acuerdo con la reivindicación 1.

20 Con preferencia, los elementos del cuerpo están dispuestos en forma consecutiva en un aparato articulado, estando cada par adyacente de elementos de cuerpo interconectados por medio de una unidad de acople para formar una cadena articulada.

Con preferencia, la o cada unidad de acople tiene una extensión longitudinal substancialmente más corta que los elementos de cuerpo.

Con preferencia, los elementos de cuerpo comprenden substancialmente elementos huecos desprovistos de componentes activos.

25 Con preferencia, cada elemento de cuerpo tiene uno o más casquetes de extremo con elementos de acople correspondientes para unirse con los elementos de acople de la unidad de acople.

Con preferencia, el elemento de extracción de energía incluye un conjunto de ariete hidráulico.

Con preferencia, el conjunto de ariete hidráulico comprende una pluralidad de arietes.

Con preferencia, el elemento de extracción de energía incluye un conjunto de ariete hidráulico para cada eje de rotación.

30 Con preferencia, el elemento de extracción de energía incluye dos conjuntos de ariete hidráulico que actúan alrededor de cada eje de rotación.

Con preferencia, los casquetes de extremo tienen una cantidad de cavidades para alojar los extremos respectivos de los elementos de extracción de energía.

35 Con preferencia, el elemento de extracción de energía tiene por lo menos un sello, tal como un fuelle o un sello de diafragma, para evitar el ingreso de agua a la unidad de acople y/o a los elementos de cuerpo.

Con preferencia, la unidad de acople incluye uno o más elementos de generación o almacenamiento de energía conectados a uno o más de los elementos de extracción de energía.

40 Con preferencia la unidad de acople incluye un primer elemento de generación de energía conectado a uno o más elementos de extracción de energía en el primer eje de rotación, y un segundo elemento de generación de energía conectado a uno o más elementos de extracción de energía en el segundo eje de rotación.

Con preferencia el primer o el segundo elementos de generación de energía se puede conectar a por lo menos un elemento de extracción de energía de cada eje de rotación, de tal modo que se mantiene la restricción de la unidad de acople en el caso de falla de uno de los elementos de extracción o generación de energía.

45 Con preferencia el primer y el segundo elementos de generación de energía se pueden conectar a uno o más de los elementos de extracción de energía de uno o ambos ejes de rotación, de tal modo que cuando el aparato se encuentra operando a su capacidad parcial, los uno o más elementos de extracción de energía están conectados solamente al primer o al segundo elementos de generación de energía.

Con preferencia se aplica una restricción a cada elemento de extracción de energía de la unidad de acople para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado que puede ser ajustada para ser resonante en pequeñas olas para aumentar la

captura de energía y que puede ser ajustada en olas grandes para limitar la absorción de energía y maximizar la supervivencia.

Con preferencia el aparato incluye uno o más de un sistema de lastre, un sistema de amarre, y elementos para aplicar un ángulo de desviación de rolido a los ejes de rotación.

- 5 Con preferencia, la unidad de acople incluye elementos de acceso, tales como una o más escotillas, para permitir la inspección, reparación y mantenimiento en el sitio o fuera de éste.

10 La naturaleza de los elementos de cuerpo flotantes puede corresponderse con la descripción de dichos elementos en el documento WO 00/17519. Es decir, dichos elementos de cuerpo son preferentemente substancialmente alargados, cilíndricos, y formarán una estructura tipo cadena. El aparato tiene preferentemente una longitud del mismo orden de magnitud que la longitud de onda más larga de las olas de las cuales se extrae la energía, y puede estar libre para adoptar una posición de equilibrio con respecto a cualquier modelo de ola instantáneo.

15 La unidad de acople incluye preferentemente uno o más controladores, más preferentemente un controlador o elemento de control dentro de la unidad de acople. La unidad de acople incluye preferentemente elementos de acceso suficientes, tales como una o más escotillas, para permitir la inspección, la reparación y el mantenimiento en el sitio, es decir, como está ubicado entre dos elementos de cuerpo en el mar.

20 El aparato puede ser definido además y usado como se describe en el documento WO 00/17519. Esto incluye posiblemente incluir un sistema de amarre flojo, y posiblemente tener elementos para orientar el aparato de tal modo que bajo condiciones operativas normales, abarca por lo menos dos crestas de olas. El sistema de amarre también puede incluir elementos para variar el ángulo de orientación del encadenado de los elementos de cuerpo a la dirección media de las olas para maximizar la extracción de energía. El aparato también puede comprender elementos para aplicar un ángulo de rolido a un eje de rotación relativo que se aparta de la horizontal y/o la vertical.

El aparato también puede incluir uno o más elementos adaptados para resistir el movimiento rotacional relativo de dichos elementos de cuerpo, que pueden ser un resorte y/o elementos amortiguadores. Las magnitudes de restricción podrían ser aplicadas a una pluralidad de dichos elementos para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado.

- 25 El aparato podría ser provisto además de un sistema de lastre, que comprende posiblemente tanques de lastre que comprenden elementos de entrada y elementos de salida, y en donde el sistema de lastre varía el ángulo de desviación de rolido de la estructura tipo cadena.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se provee un método de extracción de energía de las olas de acuerdo con la reivindicación 19.

- 30 Se describirán ahora formas de realización de la presente invención, a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos adjuntos en donde:

Las Figuras 1a y 1b muestran un plano general y vistas laterales del aparato de la presente invención;

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de parte del aparato del arte previo de acuerdo con la forma de realización de la invención mostrada en el documento WO 00/17519 para unir directamente los elementos de cuerpo;

- 35 La Figura 3 muestra detalles frontales y del interior de una parte de la Figura 2;

La Figura 4 muestra un dibujo de líneas esquemáticas del conjunto de las Figuras 2 y 3;

La Figura 5 muestra un detalle del aparato en la Figura 1 que ilustra una unidad de acople de la presente invención;

Las Figuras 6, 7 y 12 muestran diferentes vistas externas y parcialmente internas de la unidad de acople en la Figura 5;

La Figura 8a muestra un detalle del acople entre la unidad de acople y un elemento de cuerpo flotante;

- 40 La Figura 8b muestra un detalle en el círculo A en la Figura 8a;

La Figura 8c muestra un detalle del sistema de sello dual en el círculo B en la Figura 8a;

La Figura 9 muestra un detalle interno en perspectiva frontal de una unidad de acople de la Figura 5;

La Figura 10 muestra un dibujo de líneas internas del plano frontal de la unidad de acople de la Figura 9; y

Las Figuras 11a y 11b muestran dos sistemas hidráulicos esquemáticos para la unidad de acople.

- 45 Con referencia al dibujo, las Figuras 1a y 1b muestran un aparato 2 para extraer energía de olas que tienen, para este ejemplo, cuatro elementos de cuerpo flotantes 4, 6, 8, 10. El número, el tamaño y la forma de los elementos de cuerpo involucrados son determinados generalmente por el clima de olas anual de la localidad en la cual se usa, y por las condiciones que probablemente se encontrarán.

- 5 Los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 pueden ser de cualquier tamaño o forma. Son substancialmente huecos y pueden ser cilíndricos o no cilíndricos. Si son cilíndricos, pueden ser de corte transversal circular o no circular. Generalmente los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 son cilíndricos, y tienen un puntal y un francobordo suficientemente pequeños para experimentar una completa inmersión y emergencia en olas grandes (como se comenta en nuestro documento WO 00/17519). Es decir, la estructura tipo cadena general del aparato 2 puede ser configurada para alentar un "clipping" hidrostático en condiciones extremas. Los elementos de cuerpo 4, 6, 8 y 10 pueden ser provistos de aletas, quillas de balanceo u otras protusiones para agregar una amortiguación hidrodinámica a cualquier dirección de movimiento deseada.
- 10 El elemento de cuerpo frontal 4 está provisto de un extremo frontal aerodinámico (por ejemplo, cónico) para minimizar la resistencia al avance en condiciones de mar extremas, mientras que el cuerpo posterior 10 tiene un extremo posterior plano para aumentar la amortiguación a lo largo del eje de la estructura de cadena para agregar amortiguación a la respuesta de amarre.
- Los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 pueden estar formados de cualquier material adecuado. Un material adecuado es hormigón, aunque también se pueden usar acero o fibra de vidrio.
- 15 Los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 son lastrados preferentemente para flotar con su línea central en o cerca del plano de agua (aproximadamente 50% de desplazamiento por volumen). Los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 podrían incluir un sistema de lastre activo o pasivo, que varía el nivel al cual los elementos de cuerpo individuales o el aparato completo flota. Si se incorpora, el sistema lastrado puede ser capaz de ser desmontado y/o removido. El sistema de lastrado acelera la aparición de "clipping" hidrostático en condiciones de mar extremas, ayudando así a minimizar las cargas máximas y los momentos de flexión a los que está sometido el aparato 2 en condiciones climáticas adversas. Un sistema de lastrado variable que se puede usar con la presente invención se muestra y comenta en nuestro documento WO 00/17519.
- 20 Las Figuras 2-4 muestran una disposición para conectar dos elementos de cuerpo similares del aparato para extraer energía mostrado en el documento WO 00/17519. Entre los elementos de cuerpo 12 del aparato 11 del arte previo, se muestra una estrella de unión 14 adaptada para proveer movimiento rotacional directamente entre los elementos de cuerpo 12 alrededor de dos ejes ortogonales. Los sellos 16 cubren piezas salientes 17, mostradas más claramente en la Figura 4, que accionan arietes 18 en compartimientos sellados 20 al final de cada elemento de cuerpo 12.
- 25 Si bien la disposición conocida mostrada en las Figuras 2-4 provee el beneficio de un aparato o convertidor de energía de olas, requiere la fabricación y el uso de los mecanismos de acople y los elementos de extracción de energía o compartimientos que alojan el ariete hechos y unidos separadamente a las partes restantes de los elementos de cuerpo 12. Una longitud típica de un elemento de cuerpo es 27 metros de largo, requiriendo o bien el transporte significativo de los elementos de cuerpo completados hechos en un sitio adecuado, o el ensamblado significativo de los compartimientos separados 20 a las longitudes principales de los elementos de cuerpo 12 en el sitio, generalmente a, o cerca de, playas y otras ubicaciones marinas, que pueden no proveer las condiciones de ensamblado adecuadas.
- 30 Además, cada compartimiento 20 que aloja un ariete requiere su propio elemento de generación de energía o componentes y sistemas hidráulicos conectados, y tiene que ser testeado separadamente antes de la instalación y el uso. Tal testeado puede o no ser realizado junto con la parte principal de los elementos de cuerpo 12, que tienen 27 metros de longitud. Además, en el caso de falla del acople o el sistema hidráulico de unión, se puede perder la restricción en la articulación, llevando posiblemente a daño o falla adicional. Si bien es posible proveer sistemas independientes en esta disposición para cada uno de los elementos de restricción individuales que actúan alrededor de un eje de rotación particular, no es económico hacer esto.
- 35 Como se muestra en las Figuras 1, 5, 6, la presente invención provee una unidad de acople 30 para la interconexión entre una pluralidad de elementos de cuerpo flotantes adyacentes 4, 6, 8, 10. Cada par adyacente de elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 está interconectado por una unidad de acople para formar una cadena articulada, dispuesta en forma consecutiva. La unidad de acople 30 comprende elementos de acople 31 para unir conjuntamente la unidad 30 con los extremos respectivos de cada par adyacente de elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 para permitir un movimiento relativo de dichos elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 alrededor de dos ejes de rotación.
- 40 La unidad de acople 30 puede tener cualquier forma y tamaño determinados por el clima de olas anual de la localidad en donde se usa, y por las condiciones climáticas que probablemente encuentre, es decir, la forma y el tamaño serán específicas del sitio. En general, la unidad de acople 30 tiene la misma forma que los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10, por ejemplo, cilíndrica, y tiene una extensión longitudinal substancialmente más corta que los elementos de cuerpo, por ejemplo, aproximadamente 5 metros, pero puede ser de longitud similar a los elementos de cuerpo.
- 45 El elemento de acople 31 se muestra con más detalle en las Figuras 7 y 8a. Cada extremo de la unidad de acople 30 tiene un conjunto de dos cojinetes 32, cada conjunto de cojinetes 32 ubicado en un ángulo substancialmente ortogonal al otro conjunto. Cada conjunto de cojinetes 32 está adaptado para sostener una espiga 34 (no mostrada en la Figura 7) a lo largo de cada eje.
- 50 También se pueden unir a cada espiga 34 los cojinetes 36 en los extremos relevantes del par adyacente de elementos
- 55

5 de cuerpo 4, 6, 8 y 10. Los elementos de cuerpo 36 son preferentemente unidos conjuntamente con los segmentos principales de los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 por medio de casquetes de extremo 38, hechos, por ejemplo, de acero. Así, un casquete de extremo 38 sólo necesita comprender un molde u otra pieza mecanizada que
 10 tiene dos cojinetes y dos alojamientos o cavidades de ariete 35. No están involucradas partes móviles, llevando a una fabricación, acople, mantenimiento y reparación, etc., significativamente reducidos. Además, no hay componentes complejos o activos, por ejemplo, elementos de extracción de energía, sistemas hidráulicos, elementos de generación o almacenamiento de energía, acumuladores, motores, reservorios de baja presión, intercambiadores de calor, botellones de reserva de gas, etc., dentro de los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10. Los cojinetes de acople 32, 36 pueden ser provistos de sellos externos 41 para permitir que se pueda acceder a los cojinetes y espigas 34 para inspección, mantenimiento o reparación *in situ* o cerca del sitio sin ingreso de agua en la unidad de acople y/o los elementos de cuerpo.

15 Así, cada unidad de acople 30 permite el movimiento rotacional alrededor de un eje con un elemento de cuerpo 4, 6, 8, 10, y movimiento rotacional alrededor de un eje ortogonal con su otro elemento de cuerpo unido conjuntamente 4, 6, 8, 10. De esta manera, la unidad de acople 30 permite a los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10 un movimiento relativo alrededor de dos ejes (basado a lo largo de ejes de las espigas 34).

20 Los movimientos relativos entre las unidades de acople 30 y los elementos de cuerpo 4, 6, 8 y 10 son resistidos y extraídos por elementos de extracción de energía que extraen energía, de este movimiento relativo. Los elementos de extracción de energía pueden ser cualquier elemento adecuado adaptado para ser activado por este movimiento relativo. Un elemento como éste es un elemento de amortiguación en forma de un ariete hidráulico y un conjunto de pistón.

25 En la presente forma de realización de la invención mostrada, se proveen dos conjuntos de arietes hidráulicos 40 a cada extremo de la unidad de acople 30, y a cada lado de la unidad de acople-elemento de acople del elemento de cuerpo. Las partes de los conjuntos 40 entre la unidad 30 y los casquetes de extremo 38 serán envueltas generalmente por sellos flexibles 41 para acomodar el movimiento axial de los conjuntos de ariete 40 que se extienden y retraen, como es conocido en el arte.

Los sellos de diafragma interior 43 también podrían ser incorporados para ayudar en problemas de falla de sellos individuales, como se muestra en la Figura 8c. Los sellos de diafragma interior 43 acomodan un pequeño movimiento de rotación de extremos respectivos de los conjuntos de ariete 40.

30 Como se muestra en la Figura 8b, el extremo del ariete de un conjunto de ariete y pistón 40 puede desplazarse a lo largo de una cavidad de ariete adecuada 35 dentro del casquete de extremo 38 de un elemento de cuerpo 4, 6, 8, 10. El rol de la cavidad 35 es doble:

1. Proveer un compartimiento sellado para evitar que ingrese agua en los casquetes de extremo 38 en el caso de una falla del sello flexible externo 41,
- y
- 35 2. En el caso de una falla de los sistemas hidráulicos, permitir que el ariete 40 se libere en la espiga de acople 45 si alcanza su extremo de detención (de una manera similar a una espiga de corte en propulsores de motores fuera de borda). Esto limita las cargas máximas que la estructura está diseñada para sostener, reduciendo costos y la probabilidad de una falla importante o completa. En el caso de ruptura de la espiga de corte, la cavidad 35 está provista de una pared de extremo débil para permitir que el ariete 40 empuje a través, y por lo tanto de un movimiento conjunto muy aumentado para evitar cargas extremas en la estructura.
- 40

La Figura 8b no muestra los sellos interior y exterior 41 y 43 para mayor claridad.

Las Figuras 9 y 10 muestran detalles internos de la unidad de acople 30. Se muestra un conjunto de cojinetes 32, ubicados a un ángulo substancialmente ortogonal con respecto a dos conjuntos de arietes hidráulicos para conectar la cara mostrada de la unidad de acople 30 a un elemento de cuerpo 4, 6, 8, 10.

45 Los conjuntos de ariete 42A, 42B son substancialmente arietes oscilantes, como se muestra en la Figura 10. Sin embargo, no son sólo arietes oscilantes, ya que los arietes 42A, 42B se pueden usar para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado que puede ser ajustada para ser resonante en olas pequeñas para aumentar la captura de energía y que puede ser ajustada en olas más grandes para limitar la absorción de energía y maximizar la supervivencia.

50 Un extremo de estos arietes 42A, 42B está unido en forma rotativa a una espiga 45 dentro de una cavidad 35 ubicada en el extremo de casquete 38 de un elemento de cuerpo adyacente 4, 6, 8, 10.

La Figura 10 muestra conjuntos de ariete hidráulico ubicados ortogonalmente 44A, 44B que son substancialmente, pero no solamente, arietes de elevación que también se pueden usar para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado como se describe en el párrafo anterior.

Estos arietes de elevación 44A, 44B están unidos a una espiga 45 dentro de una cavidad 35 ubicada en el extremo de cubierta 38 de un elemento de cuerpo adyacente opuesto 4, 6, 8, 10.

El ariete de elevación 44A y el ariete oscilante 42A están conectados a un primer manifold principal 46 que puede alimentar hacia un manifold central 48. Similarmente, el ariete de elevación 44B y el ariete oscilante 42B están conectados a un segundo manifold principal 50 que puede alimentar a través de una sola válvula en el manifold central 48. El manifold central 48 controla los motores superiores e inferiores 52, 54.

Las Figuras 9 y 10 también muestran acumuladores 84 y 86 y reservorios 88 y 90 que alimentan al manifold central 48, así como también botellones de reserva de gas 80 y 82. Los botellones de reserva 80 y 82 proveen la relación óptima entre volumen de gas y de aceite para asegurar un almacenamiento óptimo de energía para el rango de presión requerido.

En uso, los arietes 42, 44 bombean aceite a alta presión en los acumuladores 84, 86 a través de los manifolds 46, 48 y 50. La presión en los acumuladores 84, 86 puede ser adaptada al estado del mar incidente controlando la velocidad a la cual el aceite fluye a través de los motores 52, 54.

La configuración mostrada en las Figuras 9 y 10 tiene la ventaja de ser dos conjuntos de componentes hidráulicos y de generación que proveen circuitos hidráulicos divididos a través de dos manifolds principales 46, 50. Esto da la redundancia del sistema en el caso de falla de un solo circuito, permitiendo que el sistema mantenga la restricción de la articulación entre los elementos de cuerpo 4, 6, 8, 10. Este concepto es similar al de los frenos de circuito duales en un auto. Esto se muestra con más detalles en las Figuras 11a y 11b.

La Figura 11a muestra esquemáticamente un primer sistema de circuito hidráulico dividido que se puede usar dentro de la unidad de acople 30. El primer sistema de circuito está dividido efectivamente por un eje de rotación, de tal modo que los arietes oscilantes 42A y 42B sirven a un primer circuito alimentado en un acumulador de alta presión 84, y los arietes de elevación 44A y 44B sirven a un segundo circuito alimentado en un segundo acumulador de alta presión 86, todo a través de las válvulas de salida 70. El aceite presurizado opera con respecto a los motores hidráulicos 52, 54, que pueden operar generadores eléctricos respectivos 60, yendo la presión en exceso a través de intercambiadores de calor respectivos 62 para bajar los reservorios de presión 88 y 90, antes de volver a los arietes 42, 44 a través de las válvulas de entrada 72.

Los dos circuitos se encuentran en el manifold central 48, de tal modo que para la operación normal, los dos circuitos pueden funcionar unidos, aumentando de este modo la eficiencia, especialmente en mares pequeños. Cada mitad del circuito hidráulico puede alimentar los motores hidráulicos separados 52, 54, ajustados para permitir la generación cuando el sistema debe ser unido o ser separado.

Con los circuitos unidos en mares pequeños (cuando el sistema está por debajo del 50% de energía), esto permite que un solo generador sea alimentado por ambos circuitos hidráulicos. Esto minimiza las horas de trabajo de cada generador, y permite que el único generador funcione a una carga casi completa, aumentando fuertemente la eficiencia. En el caso de una falla o pérdida con una mitad del sistema, los circuitos pueden ser separados para permitir que la otra mitad funcione independientemente, manteniendo la restricción en las articulaciones. El control de los sistemas divididos puede ser a través de válvulas de acople bidireccionales 58 en el manifold central 48.

La Figura 11b muestra esquemáticamente un segundo sistema de circuito hidráulico dividido que se puede usar, en donde los dos circuitos están divididos para servir separadamente a los arietes oscilantes 42 y los arietes de elevación 44 en cada eje de rotación, divididos de tal modo que cada sistema sirve a un ariete de cada eje de rotación, asegurando que la restricción se mantenga en ambos ejes de la articulación en el caso de una falla de un solo sistema de circuito hidráulico. Nuevamente, los acumuladores de alta presión 84 y 86 están unidos por válvulas de acople bidireccionales 58 para permitir la operación separada o unida de los circuitos, dependiendo de las condiciones marinas.

Los motores 52, 54 están conectados a una unidad o unidades de conversión de energía 60, que pueden comprender una o más partes. La energía de la unidad 60 podría ser conectada directamente a la red, o usada directamente o indirectamente para producir un subproducto útil. Ejemplos de subproductos útiles son hidrógeno a través de electrólisis, y agua desalada.

La unidad de acople 30 también incluye uno o más intercambiadores de calor 62, tales como un intercambiador de calor aceite/agua, para liberar la energía absorbida en exceso de vuelta al mar. Esto permite que la unidad de acople 30 continúe generando a capacidad total en condiciones extremas. En el caso de una falla de la red eléctrica, esto también provee la carga térmica necesaria.

El aceite hidráulico usado por el aparato es especificado preferentemente como biodegradable y no tóxico para los organismos acuáticos.

La unidad de acople 30 incluye uno o más portales de acceso, tales como escotillas. En la forma de realización mostrada en los dibujos adjuntos, la unidad de acople 30 tiene una primera escotilla accesible para un hombre 64 y una escotilla más grande de acceso principal 66. La unidad de acople 30 puede incluir además una escotilla de carga de equipo o separada.

La Figura 12 muestra otra parte esquemática en perspectiva en corte transversal de la unidad de acople 30 unida a un elemento de cuerpo flotante 6. Partes de la unidad de acople 30 no se muestran para ilustrar mejor la posición de las partes de las unidades de conversión de energía ya instaladas 92, y otra parte 94 a ser instalada a través de la escotilla de acceso principal 66.

5 Alojando todos los componentes y partes significativos para la extracción de energía en una sola unidad de acople, esto permite que la unidad comparta componentes tales como manifolds, tuberías, accesorios, piezas de montaje, suministro de energía y baterías, etc., dentro de una sola unidad, comparado con convertidores de energía de olas conocidos previamente, incluyendo el mostrado en el documento WO 00/17519. La unidad 30 está adaptada por lo tanto para el mantenimiento o reparación dentro de una unidad, en lugar de requerir inspecciones separadas.

10 Además, las agrupaciones de los componentes en una sola unidad también permiten realizar su control mediante un solo controlador de articulación, llevando a mayor ahorro de costos.

15 La configuración de la unidad de acople 30 mostrada en los dibujos adjuntos también permite que los intercambiadores de calor de aceite hidráulico 62 sean alojados en los canales "U" en los extremos de la unidad de acople 30. El uso de una unidad "enfriador tipo caja" en este espacio significa que está bien protegido, mientras genera suficiente flujo de agua que pasa para mantener el enfriador compacto.

20 Una mejora adicional en la presente invención es la ubicación de los cojinetes principales (y los cojinetes de extremo de ariete) de modo de permitir el acceso desde el interior de la unidad 30 (o los casquetes de extremo del elemento de cuerpo 38) para inspección y reemplazo. Con preferencia la unidad 30 tiene sellos externos alrededor de cada componente que se extienden desde la unidad 30, para evitar que se inunde, y para proteger los arietes hidráulicos y otros componentes de la corrosión. Esto ayuda además cuando se realiza la inspección y/o el reemplazo de los componentes, de tal modo que la unidad 30 no tenga que ir a dique seco para mantenimiento o reparación de un ariete, sello u otros componentes. Más preferentemente, cada salida de ariete tiene dos sellos flexibles, por ej., como "interior" y "exterior", para proveer una reserva en caso de una falla.

25 Una ventaja adicional se refiere a evitar el uso de una estrella de unión 14 como se muestra en las Figuras 2-4. En esta disposición, los arietes forman el trayecto de carga principal a través de todo el aparato. Esto es porque la carga pasa de un elemento de cuerpo, a través del cojinete principal a la parte posterior del ariete hidráulico, y luego pasa directamente a través del módulo a la pieza de montaje de extremo de barra en el extremo del elemento de cuerpo siguiente. En la presente invención las cargas a través de la unidad de acople 30 se reducen a cargas de corte, otras cargas ambientales y cualesquiera cargas de compensación pequeñas debido a las áreas diferenciales de los arietes. Esto significa que la configuración puede ser más eficiente estructuralmente. Además, como las cargas en la estructura de la unidad de acople son pequeñas, el tamaño del portal de acceso puede ser significativamente más grande haciendo que la instalación de los componentes sea mucho más fácil. Cargas estructurales menores alrededor de los portales de acceso también permiten usar sistemas de sellado más simples.

30 El aparato 2 es referenciado predominantemente contra sí mismo en lugar de contra la costa o el lecho marino. Este auto-referenciado se logra porque el aparato 2 es de una longitud comparable a la longitud de onda incidente, y el aparato 2 está orientado con relación a las olas incidentes en una dirección de tal modo que el aparato 2 abarca por lo menos dos crestas de las olas incidentes.

35 La configuración y orientación de articulaciones individuales, y el tipo y potencia de los elementos de extracción de energía individuales que comprenden un aparato particular, son seleccionados para maximizar la energía extraída de un estado de mar dado, pero para asegurar su supervivencia en condiciones extremas. En particular un ángulo de desviación de rolido (Ψ) general se aplica preferentemente a los ejes de la articulación alejándose de la horizontal y la vertical de tal modo de generar un acoplamiento cruzado de los movimientos de elevación y oscilante del aparato 2 en respuesta a las fuerzas de las olas. Esta respuesta puede ser resonante con las olas entrantes para aumentar adicionalmente la captura de energía. El ángulo de desviación de rolido se describe en el documento WO 00/17519.

40 Adicionalmente o alternativamente, el aparato podría incluir un sistema activo para controlar el ángulo de desviación de rolido (Ψ). De esta manera el sistema de control activo también controla la respuesta del aparato en las olas.

El mismo criterio de selección determina la orientación preferida con relación a olas incidentes del aparato completo, cuando es desplegado.

45 La máxima absorción de energía por, y por lo tanto la máxima producción de energía de, el aparato, se logra generalmente acoplando sus elementos de cuerpo usando articulaciones orientadas en diferentes direcciones, aplicando el ángulo de desviación de rolido (Ψ) a las articulaciones, aplicando diferentes restricciones a cada dirección para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado de diversa magnitud y forma que puede ser adaptado para ajustarse a las condiciones de las olas, y usando un sistema de amarres para presentar el aparato en una orientación preferida con relación a las olas entrantes.

50 El sistema de amarre también puede proveer una restricción o excitación física significativa al aparato de modo de modificar la respuesta general.

Con tiempo calmo, en donde las longitudes de onda son relativamente cortas, y las amplitudes son pequeñas, hay un requerimiento para maximizar la absorción de energía por el aparato.

Con tiempo extremo, en donde las longitudes de onda son más largas y las amplitudes de onda son más grandes, la supervivencia del aparato es de mayor importancia que la eficiencia de absorción de energía.

5 La longitud total del aparato ensamblado es seleccionada por lo tanto para ser suficientemente larga para proveer un auto-referenciado adecuada de sí mismo en longitudes de onda cortas en donde no hay mucha energía disponible y hay un requerimiento para maximizar la absorción de energía, y suficientemente corta para “ocultar” en longitudes de onda
10 largas asociadas con olas de tormenta para sobrevivir. Si la longitud de onda es mucho mayor que la longitud del aparato 2, entonces no se puede extender de pico a pico, y el movimiento máximo de cualquier parte del aparato 2 con relación a cualquier otra parte es menor que la amplitud de la ola, de modo que se “oculta” en la longitud de onda larga. En otras palabras, el aparato 2 pierde la capacidad de auto-referenciado contra la longitud de onda. Este efecto se comenta adicionalmente en el documento WO 00/17519.

15 Cada cara de extremo de los elementos de cuerpo intermedios 6, 8 y la unidad de acople 30, y las caras de extremo interiores de los elementos de cuerpo de extremo 4, 10, podrían ser achaflanadas para permitir un espacio para el movimiento de la articulación de extremo. Las porciones achaflanadas pueden apoyarse en planos que intersectan los ejes de articulaciones para que las caras opuestas se encuentren para formar una película de apriete amortiguado. En el caso de que se alcancen los extremos de detención de los conjuntos de ariete esto tiene el efecto de reducir la carga de impacto.

20 Los elementos de cuerpo podrían incorporar también áreas de estructura sacrificial que permitan ángulos de articulación muy grandes antes de que se vea comprometida la integridad estructural general o la flotación del aparato. Estas áreas de estructura sacrificial se comportan de una manera similar a la zona de contracción en un automóvil.

Otros componentes del aparato y los conjuntos de ariete podrían ser diseñados similarmente para fallar de una manera benigna que no comprometa la integridad del sistema completo cuando sea necesario.

25 En mares pequeños, la captura de energía puede ser maximizada orientando el aparato 2 a un ángulo con respecto a las olas incidentes. En mares extremos, es preferible que el aparato 2 sea orientado con el extremo hacia las olas incidentes. Esto se puede lograr usando un sistema de amarre activo o pasivo para presentar el aparato 2 a un ángulo con respecto a las olas apropiado para la captura de energía máxima, o apropiado para la supervivencia, como se requiera. Ilustraciones de algunas posibles configuraciones de amarre se muestran en el documento WO 00/17519.

30 La presente invención provee una unidad simple, compacta, auto-contenida y que se puede fabricar. Esto hace que sea eficiente, de fabricación y testeado centralizado, para envío a un sitio de ensamblado final. Así, los elementos de cuerpo principales podrían ser fabricados cerca del sitio de emplazamiento, y requerirían un alistamiento mínimo antes del ensamblado final con la unidad de acople. Además, las unidades de acople pueden ser testeadas completamente antes del transporte y la instalación en el sitio. Además, toda la alta tecnología, la válvula y los componentes de datos se encuentran dentro de una sola unidad.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de extracción de energía de las olas que comprende una pluralidad de elementos de cuerpo alargados flotantes (4, 6, 8, 10), por lo menos un par adyacente de elementos de cuerpo (4,6) interconectados por una unidad de acople (30) para formar una cadena articulada, la unidad de acople (30) comprende:
- 5 elementos de acople (31) que conectan cada elemento de cuerpo (4,6) a la unidad de acople (30) y que permiten la rotación relativa de los elementos de cuerpo (4,6) a cualquier extremo de la unidad (30); y
- elementos de extracción de energía adaptados para resistir y extraer energía de la rotación relativa de los elementos de cuerpo (4,6);
- 10 en donde la unidad de acople (30) está dispuesta para permitir la rotación relativa entre la unidad de acople (30) y un primer elemento de cuerpo (4) alrededor de un primer eje de rotación sólo en un primer extremo de la unidad de acople (30), y para permitir la rotación relativa entre la unidad de acople (30) y un segundo elemento de cuerpo (6) alrededor de un segundo eje de rotación sólo en un segundo extremo de la unidad de acople (30), siendo el primer y el segundo ejes de rotación mutuamente ortogonales;
- 15 caracterizado porque el elemento de extracción de energía está ubicado substancialmente dentro de la unidad de acople (30).
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elemento de extracción de energía incluye un conjunto de ariete hidráulico (42).
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el conjunto de ariete hidráulico (42) comprende una pluralidad de arietes (42A, 42B).
- 20 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el elemento de extracción de energía incluye un conjunto de ariete hidráulico (42,44) para cada eje de rotación.
5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el elemento de extracción de energía incluye dos conjuntos de ariete hidráulico (42A, 42B, 44A, 44B) que actúan alrededor de cada eje de rotación.
- 25 6. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el elemento de extracción de energía tiene por lo menos un sello (41) para evitar el ingreso de agua en la unidad de acople (30) y/o elementos de cuerpo (4,6).
7. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la unidad de acople (30) incluye uno o más elementos de almacenamiento o generación de energía (60) conectados a uno o más elementos de extracción de energía.
- 30 8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de acople (30) incluye un primer elemento de generación de energía (60) conectado a uno o más elementos de extracción de energía en el primer eje de rotación, y un segundo elemento de generación de energía (60) conectado a uno o más elementos de extracción de energía en el segundo eje de rotación.
- 35 9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el primer o el segundo elemento de generación de energía (60) se puede conectar a por lo menos un elemento de extracción de energía de cada eje de rotación, de tal modo que la restricción de la unidad de acople (30) se mantiene en el caso de falla de uno de los elementos de generación o extracción de energía (60).
- 40 10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el primer y el segundo elemento de generación (60) se pueden conectar a uno o más de los elementos de extracción de energía de uno o ambos ejes de rotación, de tal modo que cuando el aparato está operando a capacidad parcial, el uno o más elementos de extracción de energía están conectados solamente al primero o segundo elementos de generación de energía (60).
11. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde se aplica restricción a cada elemento de extracción de energía de la unidad de acople (30) para inducir una respuesta de acoplamiento cruzado que puede ser adaptada para ser resonante en olas pequeñas para aumentar la captura de energía y que puede ser ajustada en olas grandes para limitar la absorción de energía y maximizar la supervivencia.
- 45 12. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, incluyendo elementos de acceso, tal como una o más escotillas (66), para permitir la inspección, reparación y mantenimiento en el sitio.
13. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los elementos de cuerpo (4, 6, 8, 10) están dispuestos en forma consecutiva en un aparato articulado, estando cada par adyacente de elementos de cuerpo (4, 6, 8, 10) interconectados por una unidad de acople (30) para formar una cadena articulada.
- 50 14. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el o cada unidad de acople (30) tiene una extensión longitudinal substancialmente más corta que los elementos de cuerpo (4, 6, 8, 10).

15. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde los elementos de cuerpo (4, 6, 8, 10) comprenden substancialmente elementos huecos libres de componentes activos.
- 5 16. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde cada elemento de cuerpo (4, 6, 8, 10) tiene uno o más casquetes de extremo (38) con elementos de acople correspondientes para unirlos con los elementos de acople (31) de la unidad de acople (30).
17. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 16, en donde los casquetes de extremo (38) tienen un número de cavidades para alojar extremos respectivos de los elementos de extracción de energía.
- 10 18. Un aparato de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde el aparato incluye uno o más de un sistema de lastre, un sistema de amarre, y elementos para aplicar un ángulo de desviación de roldo a los ejes de rotación.
19. Un método para extraer energía de las olas que comprende los pasos de:
- colocar un aparato (2) de acuerdo con cualquier reivindicación precedente;
 - orientar el aparato (2) de tal modo que un extremo frontal del aparato (2) esté orientado hacia las olas que llegan; y
- 15 extraer la energía absorbida en la o cada unidad de acople (30).

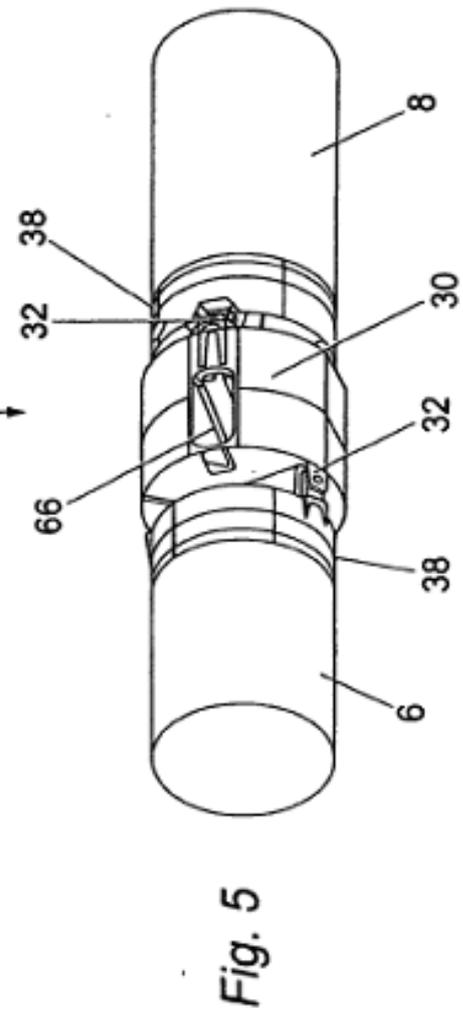
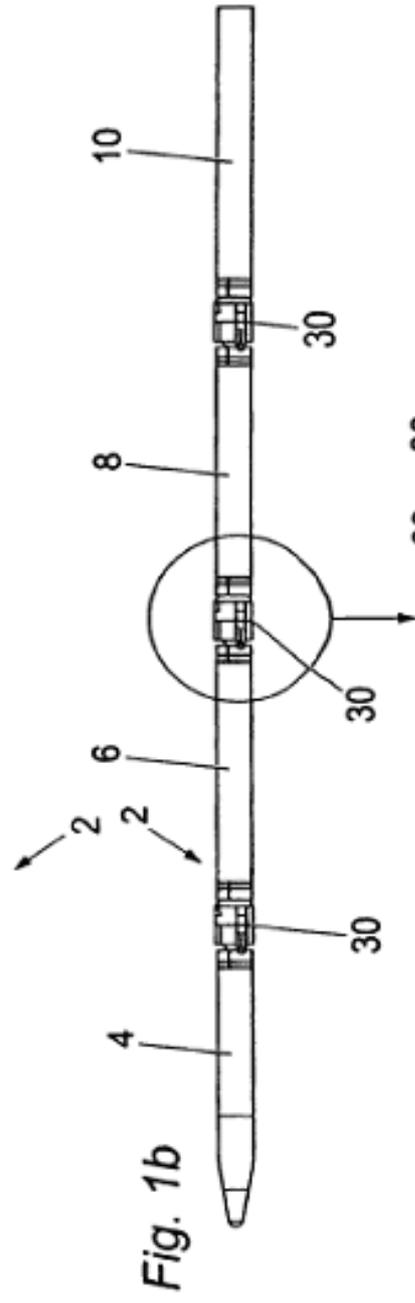
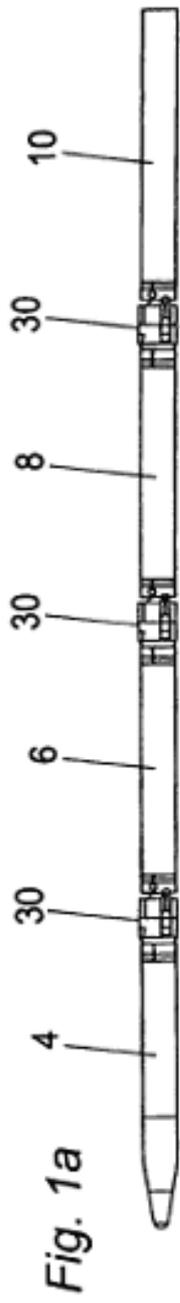
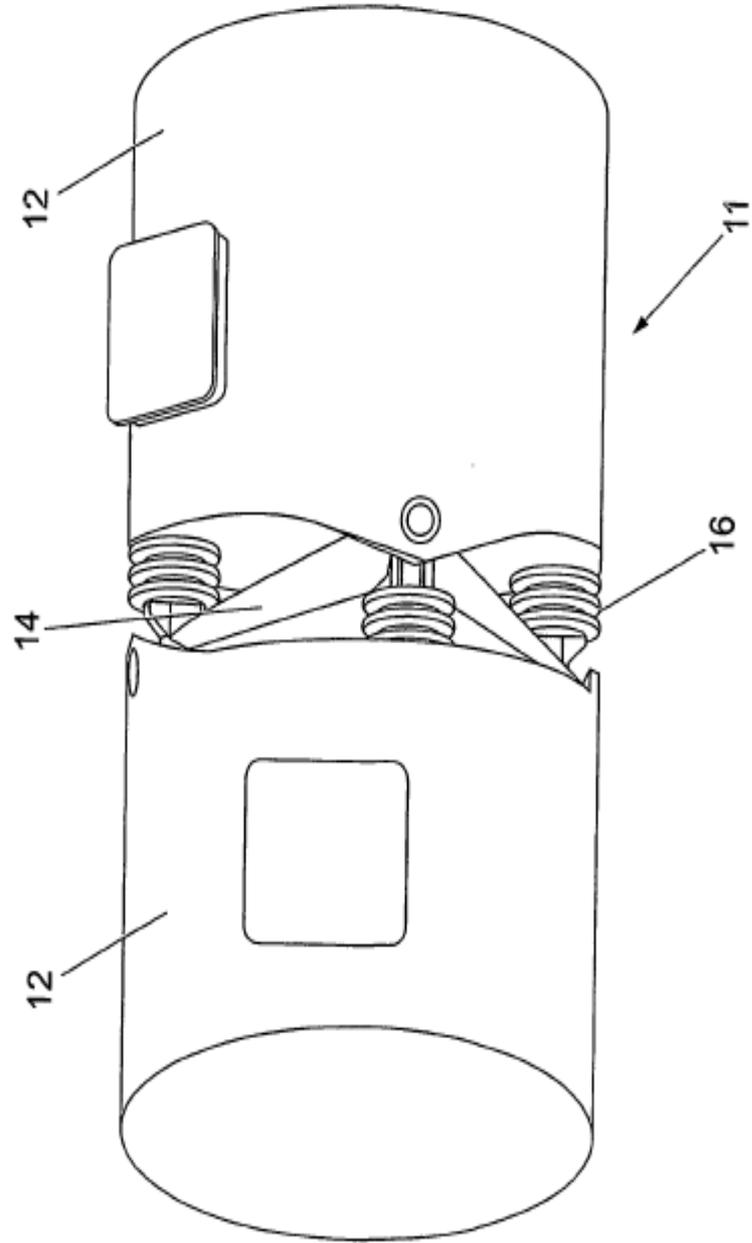


Fig. 2 Técnica anterior



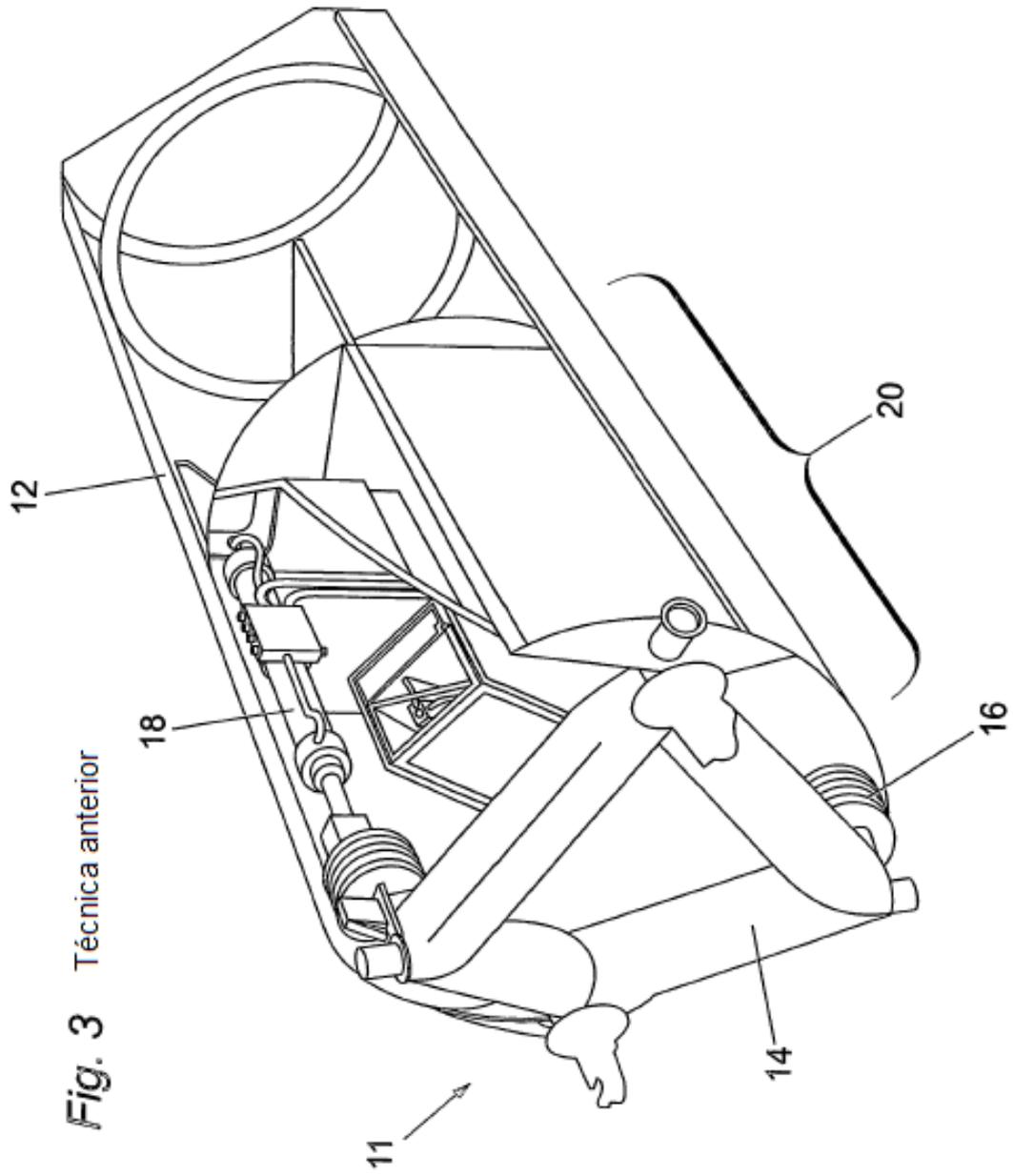


Fig. 3 Técnica anterior

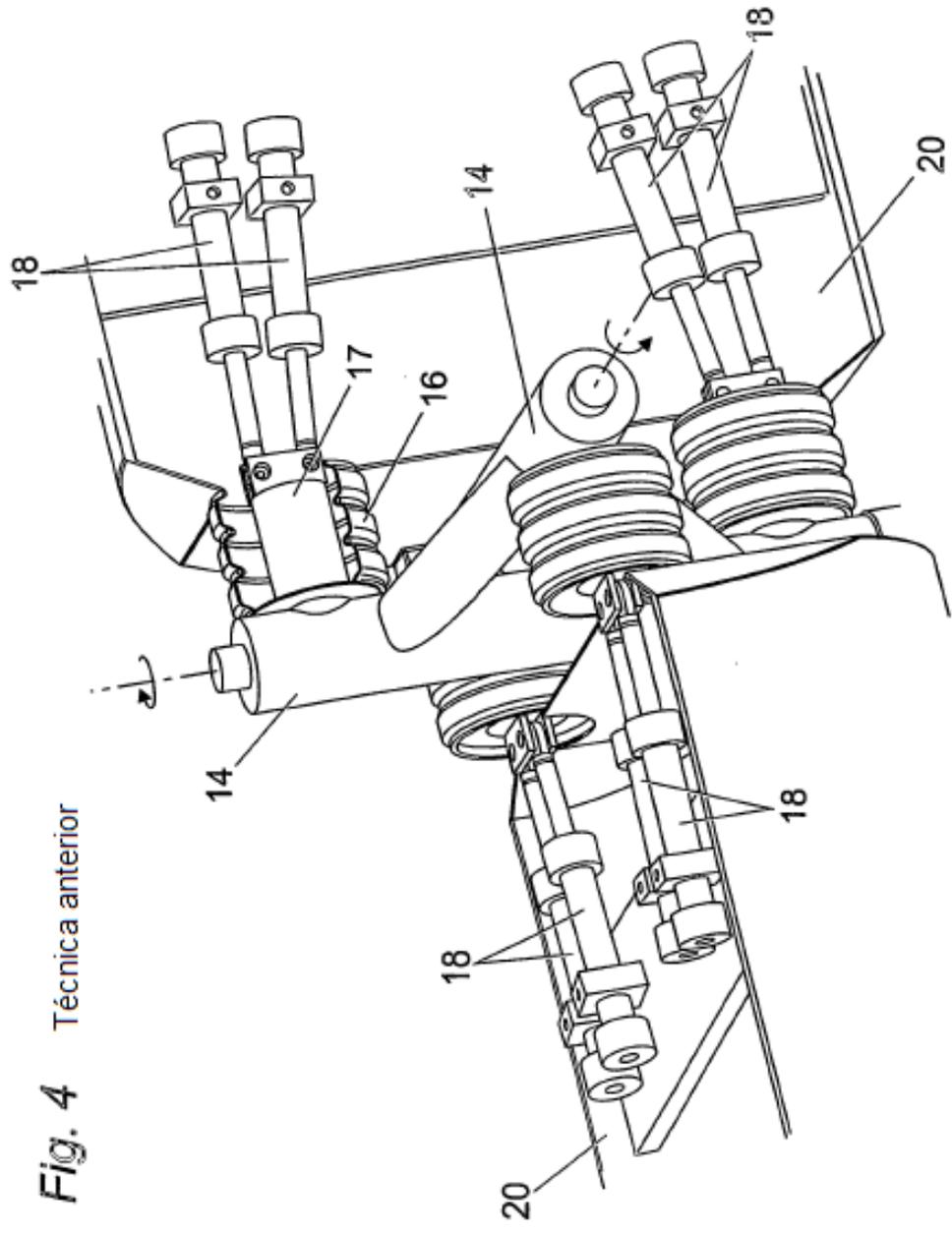
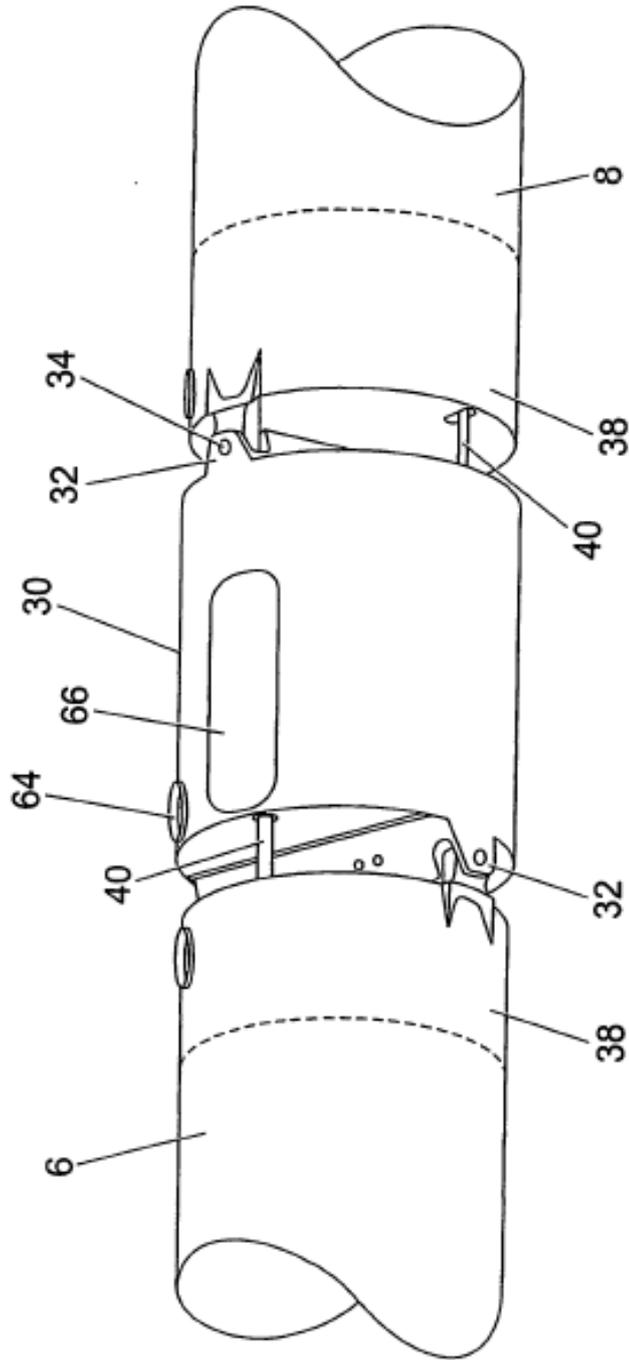
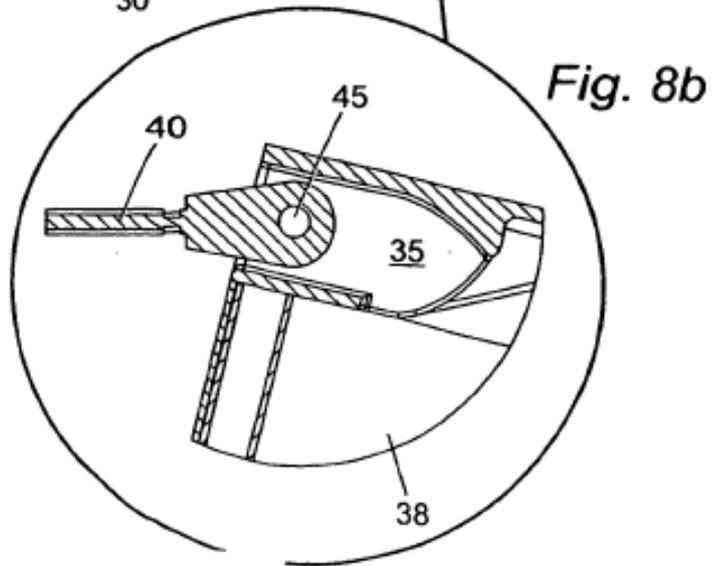
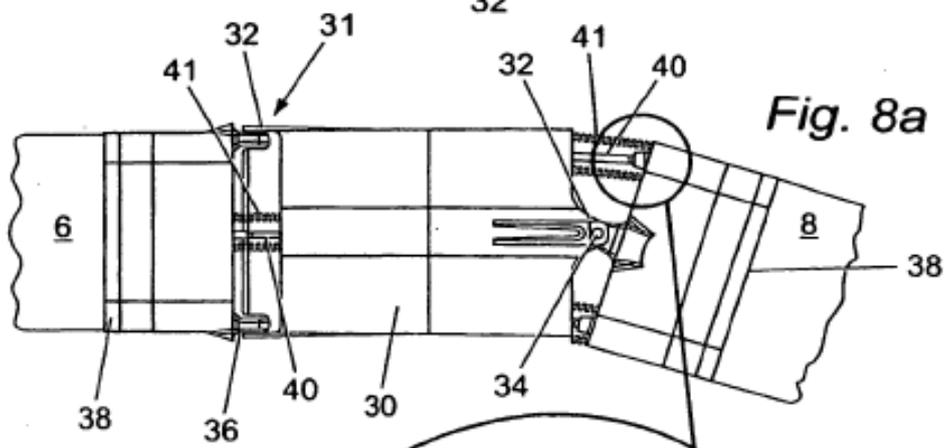
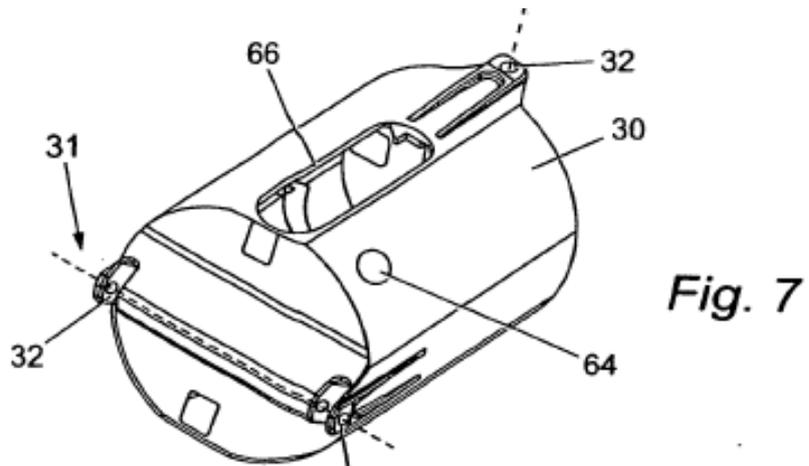


Fig. 4 Técnica anterior

Fig. 6





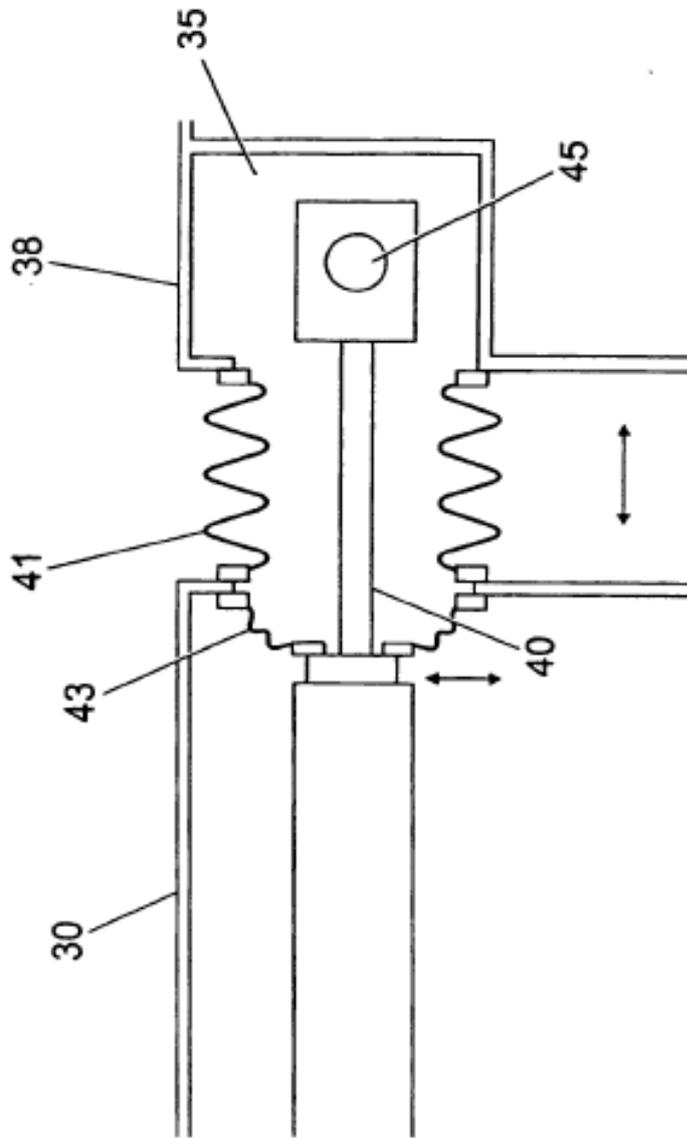


Fig. 8c

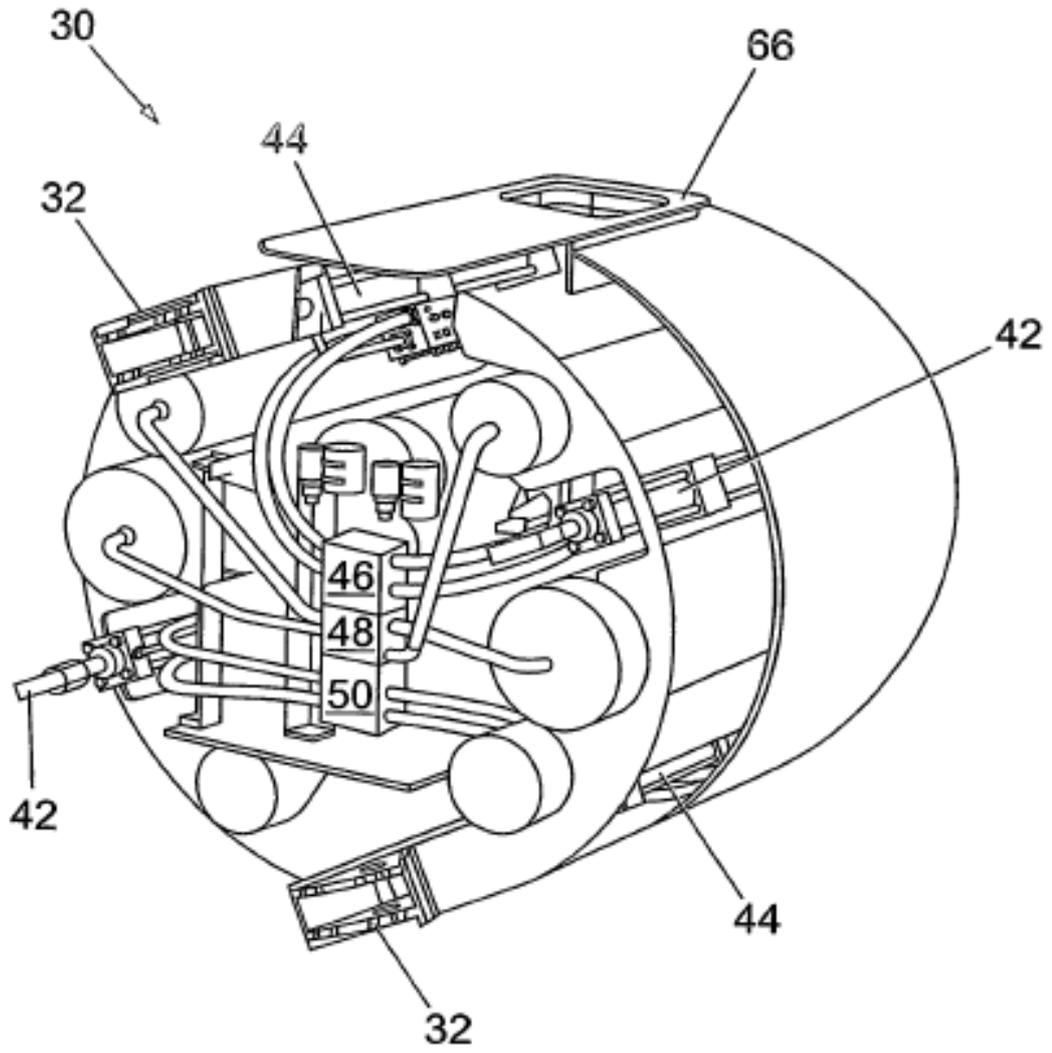


Fig. 9

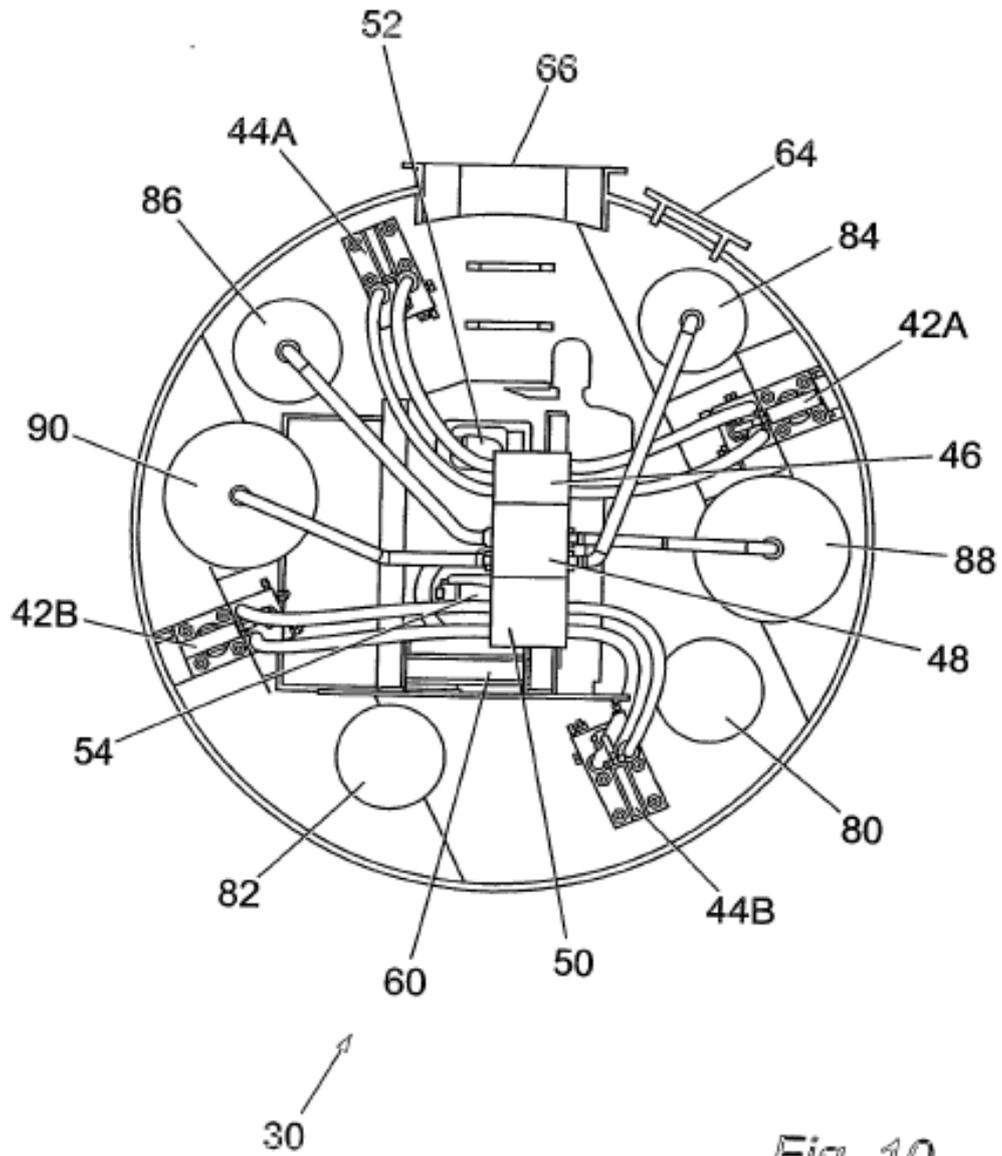


Fig. 10

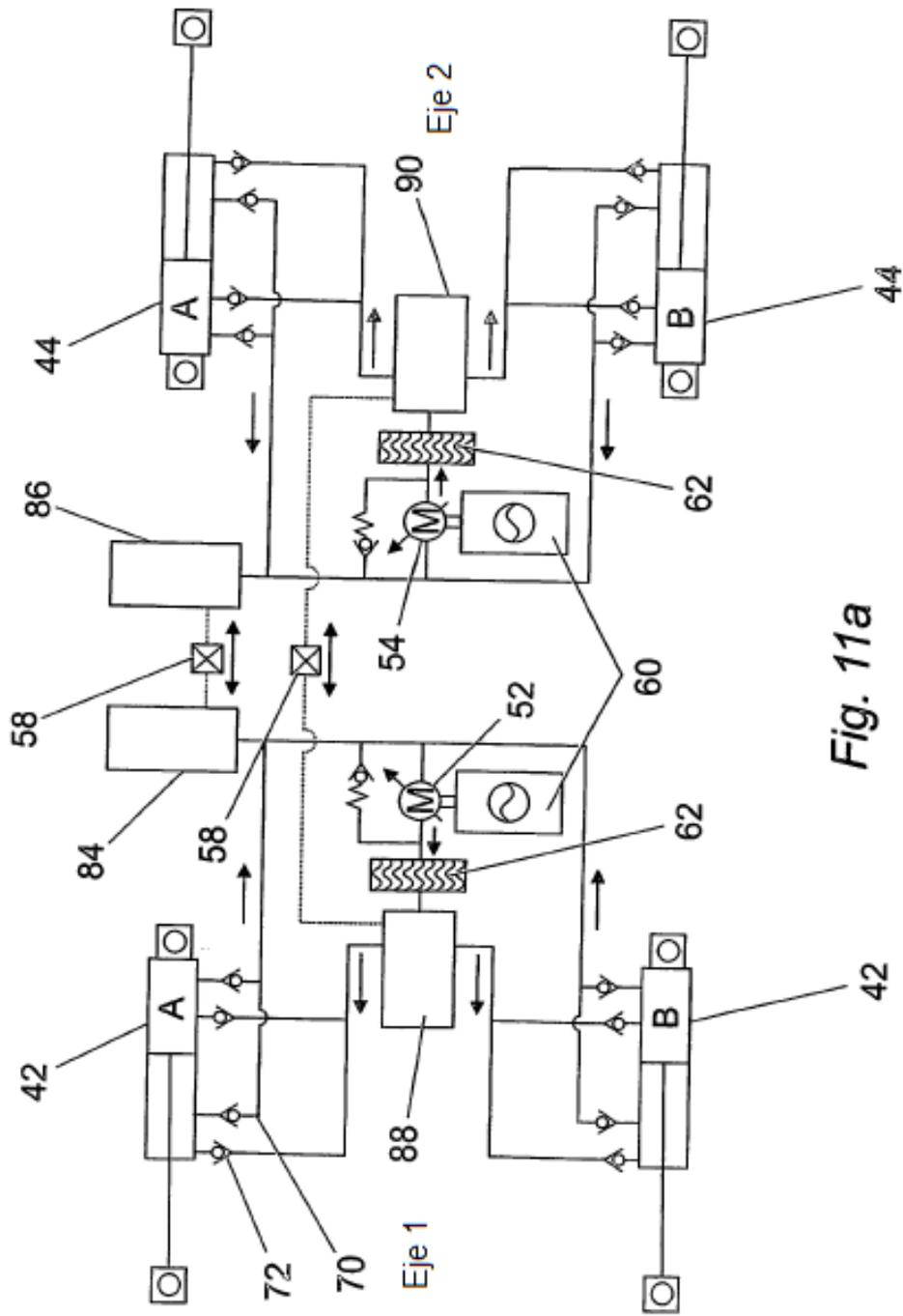


Fig. 11a

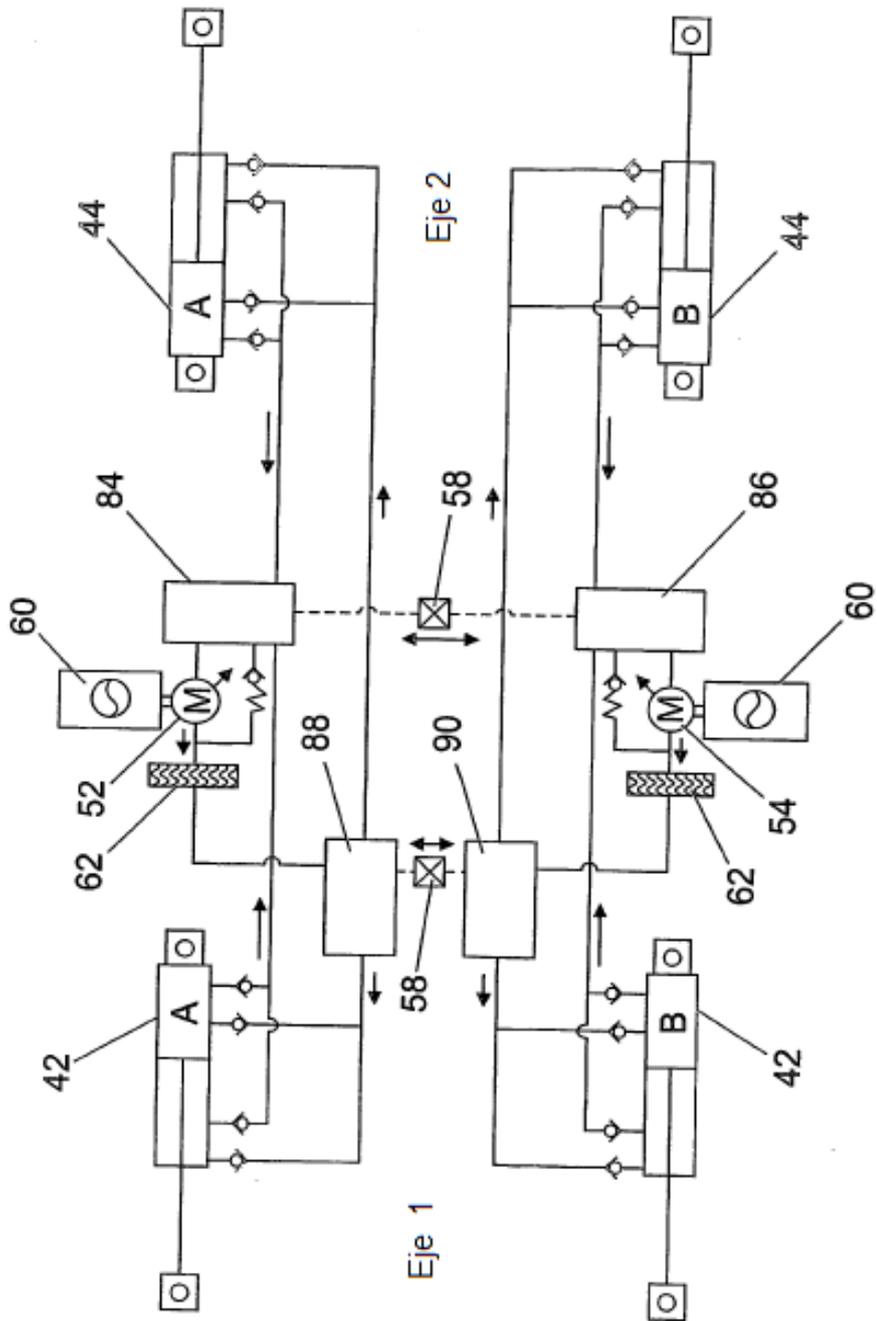


Fig.11b

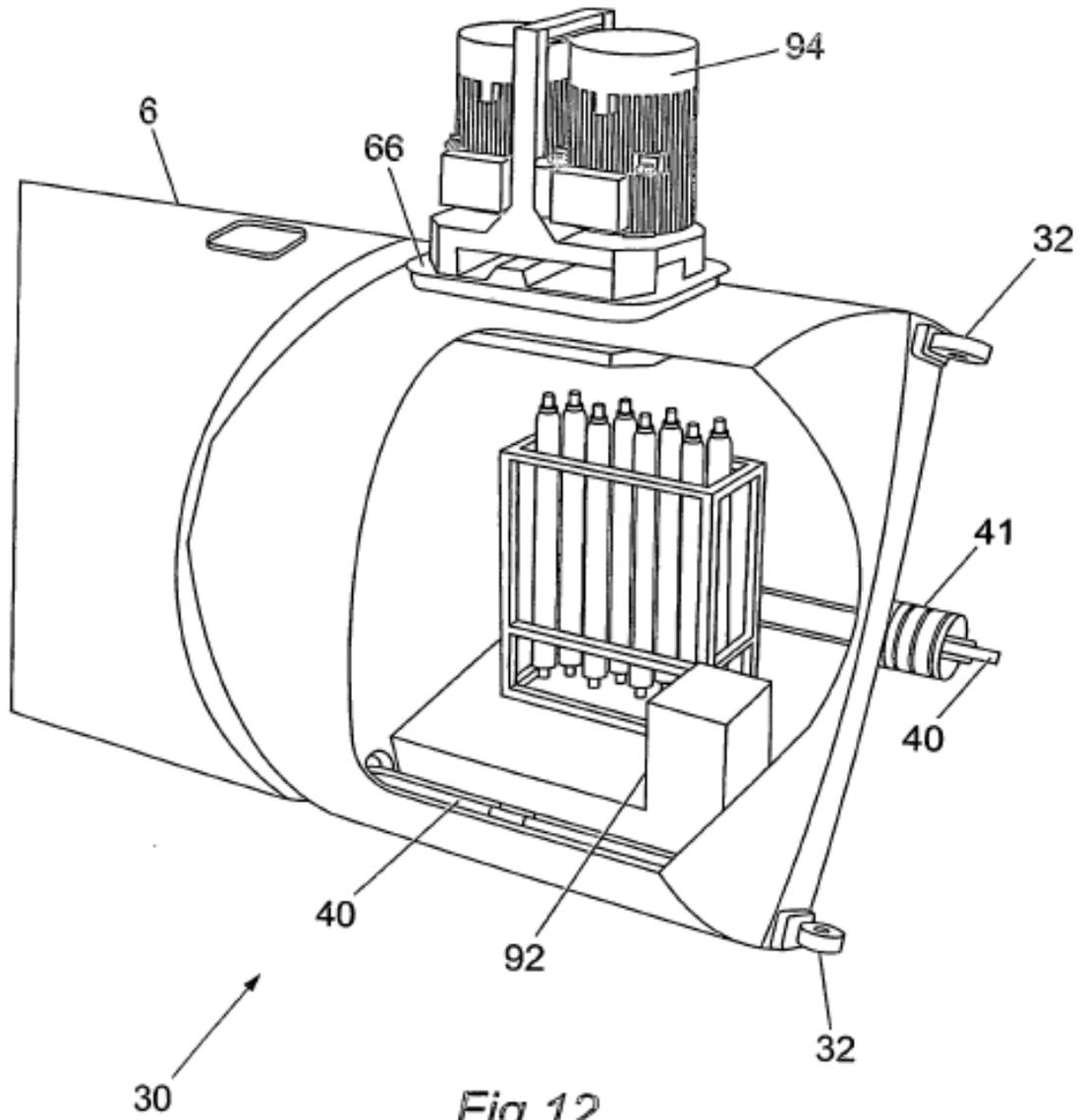


Fig.12