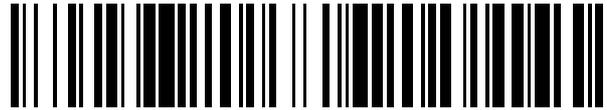


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 742**

51 Int. Cl.:

E02B 17/00 (2006.01)

F03B 13/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2006 E 06838063 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 1960660**

54 Título: **Sistema de recuperación de la energía de las olas**

30 Prioridad:

18.11.2005 US 738287 P

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

20.05.2016

73 Titular/es:

**ORBITAL INDUSTRIES, INC. (100.0%)
6850 COCHRAN ROAD
SOLON, OH 44139, US**

72 Inventor/es:

**GREENSPAN, ALEXANDER;
GREENSPAN, GREG y
ALTER, GENE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 570 742 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

Sistema de recuperación de la energía de las olas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a sistemas para la recuperación de la energía de las olas y, más particularmente, la presente invención se refiere a aparatos y métodos para la transformación del desplazamiento vertical de boyas producido por las olas en movimiento rotacional para accionar la generación de energía eléctrica.

10

Antecedentes

Actualmente, se consumen aproximadamente globalmente cada día 350 millones de megavatios-hora de energía (lo que es equivalente a la energía de aproximadamente 205 millones de barriles de petróleo). Con la expansión industrial continuada y crecimiento de la población a todo lo largo del mundo desarrollado y en desarrollo, se espera que el consumo global se incremente aproximadamente en el sesenta por ciento a lo largo de los veinticinco próximos años, impulsando el consumo de energía global a más de 500 millones de megavatios-hora por día. Aproximadamente el setenta y cinco por ciento de la energía actualmente consumida procede de fuentes no renovables, tales como petróleo, carbón, gas natural, y otros de dichos combustibles fósiles. El nivel actual de uso de los combustibles fósiles representa la liberación de aproximadamente seis millones de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera cada día. Con un suministro finito de los combustibles fósiles disponibles y preocupaciones sobre el incremento del impacto del dióxido de carbono, la dependencia continuada de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía no es sostenible indefinidamente.

15

20

25

Un enfoque para sostener el ritmo de consumo de energía global actual y tener en cuenta los incrementos futuros en el consumo es investigar y desarrollar novedosos y mejorados métodos para la generación de energía a partir de fuentes renovables. Las fuentes de energía renovables incluyen la energía producida por el agua, la energía producida por el viento, la energía solar, y la energía geotérmica. De las fuentes de energía renovables prácticas actuales, la energía producida por el agua, y específicamente la energía producida por las olas, puede contener la más prometedora para el desarrollo de una fuente de energía renovable sustancial para satisfacer las crecientes necesidades globales de energía.

30

Se ha entendido desde hace tiempo que las olas del océano contienen cantidades considerables de energía. Dado el alto nivel de concentración de energía presente en las olas y las amplias áreas disponibles para recoger dicha energía, la tecnología de la energía producida por las olas representa una significativa fuente de energía renovable. Se han desarrollado numerosos sistemas en un intento de capturar de modo eficiente la energía de las olas; sin embargo, ningún sistema o método concebido anteriormente ha conseguido la eficiencia o efectividad en coste requeridos para hacer de la energía producida por las olas una fuente de energía alternativa viable.

35

40

Ejemplos de convertidores de la energía de las olas de la técnica anterior pueden hallarse en los documentos JP 54-129 241 y WO 03/058054 A1.

45

Los sistemas de recuperación de la energía de las olas deben funcionar satisfactoriamente en entornos marinos o de aguas dulces muy hostiles. Dichos entornos son proclives a violentas tormentas y al perjudicial impacto del agua salada, la vida vegetal y la vida animal. Adicionalmente, debido a la localización lejos de la costa de dichos sistemas, un sistema satisfactorio debe incluir un medio eficiente para el suministro de la energía producida a la costa. Estos y otros retos técnicos se han acometido y superado por la presente invención tal como se describe en el presente documento.

50

Sumario de la invención

La presente invención incluye aparatos y métodos novedosos para la recuperación de la energía de las olas del agua. Una realización de la presente invención incluye una boya, un eje, y un dispositivo de generación de energía eléctrica. El eje está acoplado a la boya de modo que cuando la boya se mueve verticalmente en respuesta a una ola que pasa, el eje gira. El eje está acoplado al dispositivo de generación de energía eléctrica de modo que cuando gira el eje, el dispositivo de generación de energía eléctrica produce energía eléctrica. Una vez generada la energía eléctrica, se suministra a la costa, en donde se almacena, se usa para alimentar un dispositivo, o se suministra a una red de distribución de energía.

55

60

Descripción de los dibujos

Los objetos y ventajas junto con el funcionamiento de la invención se pueden entender mejor con referencia a la descripción detallada a continuación tomada en conjunto con las ilustraciones siguientes, en las que:

65

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un sistema de recuperación de la energía de las olas de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una ilustración esquemática del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 1;

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un conjunto de conversión del movimiento del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 1;

Las Figuras 4A y 4B son vistas en sección transversal de una polea y mecanismo de carraca del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 1;

Las Figuras 5A y 5B son vistas en sección transversal de otra polea y mecanismo de carraca del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 1;

La Figura 6 es una ilustración esquemática del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 1;

Las Figuras 7A, 7B y 7C son vistas de una realización de una boya de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 8A y 8B son vistas de un conjunto de conversión del movimiento de acuerdo con la presente invención;

La Figura 9 es una vista de un conjunto de carraca de acuerdo con la presente invención;

La Figura 10 es una vista de otro sistema de recuperación de energía de las olas de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 11A y 11B son vistas detalladas del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 10;

La Figura 12 es una ilustración esquemática de otra realización del sistema de recuperación de energía de las olas de acuerdo con la presente invención;

La Figura 13 es una vista esquemática de otro sistema de recuperación de energía de las olas de la presente invención;

La Figura 14 es una ilustración esquemática de otra realización del sistema de recuperación de energía de las olas de acuerdo con la presente invención; y

Las Figuras 15A y 15B son vistas detalladas del sistema de recuperación de energía de las olas de la Figura 14.

Descripción detallada de la realización preferida

Aunque la presente invención se desvela con referencia a las realizaciones descritas en el presente documento, debería estar claro que la presente invención no debería limitarse a dichas realizaciones. Por lo tanto, la descripción de las realizaciones en el presente documento es solo ilustrativa de la presente invención y no debería limitar el alcance de la invención tal como se reivindica.

Un sistema de recuperación de energía de las olas, tal como se describe en el presente documento, convierte la energía de las olas del mar u otras olas del agua en energía mecánica y eléctrica utilizable. El aparato y método puede disponerse de modo que el movimiento de pulsos verticales de las olas de cualquier magnitud y frecuencia pueda convertirse en otros tipos de movimiento tales como, por ejemplo, movimiento de rotación. La energía mecánica de este movimiento de rotación resultante puede disponerse para accionar cajas de engranajes, motores, bombas, generadores o similares para generar electricidad.

En una realización de la presente invención, el movimiento de pulsos verticales de una ola se traslada a una boya que flota en o cerca de la superficie de un cuerpo de agua para desplazar verticalmente la boya. El desplazamiento vertical de la boya se convierte en un movimiento rotacional, que se acopla a un mecanismo de polea y carraca para accionar un generador de imanes permanentes de corriente alterna (CA), dando como resultado la generación de energía eléctrica. Puede usarse una caja de engranajes para convertir las revoluciones por minuto (RPM) relativamente bajas en una velocidad de rotación deseada para accionar el generador. Preferiblemente, una caja de engranajes utiliza un conjunto de engranajes planetarios; sin embargo, podrían utilizarse otros conjuntos de engranajes. El generador de imanes permanentes de CA se acopla a un rectificador para convertir la corriente alterna (CA) producida por el generador en una corriente continua (CC). El rectificador se acopla a un convertidor de voltaje para generar una corriente en CC constante para ser usada como la fuente final de electricidad o para convertirse de nuevo en corriente de CA y suministrarse a una red de generación de energía. Tal como se usa en el presente documento, el término "acoplar" significa conectar, directa o indirectamente, de una forma mecánica, eléctrica u otra de dichas formas.

En las Figuras 1 a 6 se ilustra una realización de ejemplo de la presente invención. La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva del sistema de recuperación de energía de las olas **10**. El sistema **10** comprende un conjunto de

conversión del movimiento **12**, un generador **14** y un eje **16**. El sistema **10** se posiciona sobre un lecho marino relativamente próximo a la costa y dispuesto para generar energía eléctrica, suministrando esa energía eléctrica a la costa. Tal como se describirá adicionalmente, el conjunto de conversión del movimiento **12** convierte los movimientos de pulsos verticales de una ola en movimiento rotacional del eje **16**, y dicho movimiento rotacional del eje **16** acciona el generador **14**. El generador **14** es preferiblemente un generador de imanes permanentes de CA. Como se muestra en la Figura 2, pueden disponerse en serie una pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** para ayudar a la rotación del eje **16** para accionar el generador **14**.

Tal como se ve mejor en la Figura 3, un conjunto de conversión del movimiento **12** incluye una boya o flotador principal **18**, una boya o flotador retráctil **20**, una polea oscilante **22**, un cable principal **24**, y un mecanismo de carraca **26**. El cable principal **24** se acopla en un extremo a la boya principal **18**, acoplado en el otro extremo a la boya retráctil **20**, y se enrolla alrededor de la polea **22**. Las boyas **18** y **20** se disponen de modo que, cuando la ola capta la boya principal **18**, la boya principal **18** se desplaza verticalmente hacia arriba (es decir, se eleva con relación al lecho marino) y el cable **24** gira la polea **22** en una rotación en el sentido de las agujas del reloj con respecto a la Figura 3. Cuando la ola sobrepasa la boya principal **18**, la boya principal **18** se desplaza verticalmente hacia abajo (es decir, cae con relación al lecho marino), la boya retráctil **24** se eleva para eliminar cualquier holgura del cable **24**, y la polea **22** gira en sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a la Figura 3. De ese modo, cuando las olas pasan por la boya principal **18**, el desplazamiento vertical de la boya principal **18** por el paso de una ola se transforma en un movimiento rotacional de la polea oscilante **22**. Aunque el cable principal **24** se describe como acoplado a la boya principal **18** y a la boya retráctil **20** y se envuelve alrededor de la polea **22**, se entenderá claramente por los expertos en la materia que cualquier número de disposiciones puede convertir el movimiento vertical de la boya principal **18** en movimiento rotacional. Por ejemplo, puede acoplarse un primer cable en un extremo de la boya principal **18** y acoplarse en el otro extremo a la polea **22**. Puede acoplarse un segundo cable a la boya retráctil **20** en un primer extremo y acoplarse en el otro extremo a la polea **22**. En dicha disposición, el primer y segundo cables sustituyen de modo efectivo a un cable principal **24** para hacer girar la polea oscilante **22** cuando la boya principal **18** se mueve verticalmente.

Tal como se ve mejor en las Figuras 4A y 4B, la polea oscilante **22** se acopla al mecanismo de carraca **26** de modo que el movimiento rotacional se transfiere desde la polea **22** al mecanismo de carraca **26**. Preferiblemente, la polea **22** y el mecanismo de carraca **26** se construyen de acero inoxidable. El mecanismo interno del mecanismo de carraca **26** consiste en tres componentes principales: un anillo exterior **28**, un anillo interior **30**, y levas de rodillo **32**. El anillo exterior **28** se fija a la polea **22** de modo que el anillo exterior **28** gira cuando gira la polea **22**. El anillo interior **30** se fija al eje **16** de modo que el eje **16** gira cuando gira el anillo interior **30**. El mecanismo de carraca **26** funciona como una carraca en una dirección; por lo tanto, la rotación de la polea **22** solo se traslada a través del mecanismo de carraca **26** al eje **16** cuando la polea **22** gira en una dirección. Por ejemplo, con referencia a la Figura 3, la rotación de la polea **22** solo se traslada al eje **16** cuando la boya principal **18** se eleva por el paso de la ola y la polea **22** gira en sentido de las agujas del reloj. Cuando la ola se mueve pasando la boya principal **18** y la boya **18** cae, la rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj de la polea **22** no se traslada al eje **16**. Esta disposición asegura que el eje **16** gira solo en una dirección cuando acciona el generador **14**.

Un mecanismo de carraca alternativo **34** al mecanismo de carraca **26** descrito anteriormente e ilustrado en las Figuras 4A y 4B se ilustra en las Figuras 5A y 5B. En esta realización alternativa, una polea **36** incluye una primera ranura **38** y una segunda ranura **40**. Se fija un cable de boya principal **42** a la polea **36** en un primer extremo, fijado a la boya principal **18** en un segundo extremo, y enrollado alrededor de la primera ranura **38** (tal como se ve en la Figura 8A). Se fija un cable de boya de retracción **44** a la polea **36** en un primer extremo, fijado a la boya de retracción **20** en un segundo extremo, y enrollado alrededor de la segunda ranura **40** en una forma opuesta al enrollado del cable de la boya principal **42** (véase la Figura 8A). Como se entenderá fácilmente por los expertos en la materia, en dicha disposición, la polea **36** gira en una primera dirección cuando la boya principal **18** se mueve hacia arriba y la boya de retracción **20** se mueve hacia abajo, y la polea **36** gira en una segunda y opuesta dirección cuando la boya principal **18** se mueve hacia abajo y la boya de retracción **20** se mueve hacia arriba. El eje **16** pasa a través de una abertura a través del centro de la polea **36**, y se sitúan una pluralidad de rodillos excéntricos **46** entre la polea **36** y el eje **16**. Similarmente a la descripción anterior, el mecanismo de carraca **34** traslada el movimiento rotacional desde la polea **36** al eje **16** cuando la polea gira en la primera dirección, pero no traslada el movimiento rotacional desde la polea **36** al eje **16** cuando la polea **36** gira en la segunda dirección.

Si el movimiento rotacional se transfiere desde la polea **36** es controlado por la naturaleza excéntrica y posicionamiento de los rodillos **46**. Los rodillos **46** son ligeramente elípticos y situados de modo que, cuando la polea **36** se gira en la primera dirección, los rodillos **46** se enganchan tanto con el eje **16** como con la polea **36**, transfiriendo así mecánicamente el movimiento desde la polea **36** al eje **16**. Cuando la polea **36** se gira en la segunda dirección, los rodillos **46** giran ligeramente para crear un espacio entre los rodillos **46** y polea **36**, permitiendo así que la polea **36** se deslice con respecto al eje **16**. Pueden utilizarse sellos **48** para impedir que el agua fluya en contacto con los rodillos **36**, que podrían opcionalmente estar lubricados. Además, puede utilizarse una carcasa **50** para encerrar la polea **38** y el mecanismo de carraca **34** y para proporcionar superficies de apoyo para el eje **16**.

Como se ha mencionado anteriormente e ilustrado en la Figura 2, se acopla una pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** al eje **16** para accionar el generador **14**, que se sitúa en un extremo del sistema **10** que es el más próximo a la costa. En dicha disposición, es preferible que el eje **16** solo gire en una dirección. Cuando múltiples conjuntos de conversión del movimiento **12** ayudan a la rotación del eje **16**, la limitación del eje **16** a solo una dirección de rotación permite que los conjuntos **12** cooperen en el accionamiento del generador **14**.

En una realización de la presente invención, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 6, una pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** se extienden diagonalmente desde la línea de costa **52** en aproximadamente un ángulo de 45 grados. Preferiblemente, el sistema **10** incluye aproximadamente treinta conjuntos de conversión del movimiento **12**. Los conjuntos **12** están separados aproximadamente 30 pies, con el conjunto **12A** más próximo a la línea de costa **52** a aproximadamente 500 pies de la costa, y el conjunto **12B** más alejado de la línea de costa **52** a aproximadamente 3000 pies de la costa. Dicha disposición generalmente da como resultado que cada ola incidente eleve y descienda cada boya principal **18** en un punto en el tiempo diferente. Cuando una ola progresa hacia la línea de costa **52**, primero encuentra al conjunto **12B** más alejado de la costa y eleva y a continuación desciende esa boya principal **18** del conjunto **12B**. A lo largo del tiempo, la ola progresa a través de la pluralidad de conjuntos **12** hasta que alcanza el conjunto **12A** más próximo a la costa. Dicha disposición asegura que cualquier única ola no elevará y descenderá la pluralidad de boyas principales **18** en el mismo instante en el tiempo, sino que elevará la pluralidad de boyas principales **18** a lo largo de un período de tiempo. La elevación de las boyas principales **18** a lo largo del tiempo cuando progresa la ola hacia la línea de costa **52** provoca que diferentes conjuntos de conversión del movimiento **12** giren el eje **16** en momentos diferentes, dando como resultado una rotación constante del eje **16** a una velocidad generalmente constante. Preferiblemente, la disposición de los conjuntos **12** es tal que al menos cinco de los aproximadamente treinta conjuntos **12** están girando activamente el eje **16** en cualquier punto en el tiempo.

Una disposición que da como resultado un eje constantemente giratorio **16**, girando en general a una velocidad constante, es un método deseable para el accionamiento del generador **14**. Puede usarse opcionalmente una caja de engranajes para acoplar el eje **16** al generador **14**. La caja de engranajes puede manipular la velocidad de rotación del eje **16** para convertir la entrada rotacional hacia el generador **14** en una velocidad de rotación óptima para el generador **14**. Por ejemplo, si la pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** gira el eje **16** a una velocidad relativamente baja, la caja de engranajes puede incrementar la velocidad de rotación para proporcionar una velocidad de rotación más alta y más eficiente para el generador **14**.

El generador **14** se ha descrito e ilustrado como localizado en el extremo del sistema **10** que está más próximo a la costa. Se entenderá fácilmente por los expertos en la materia que el generador **14** no está limitado a dicho posicionamiento. Por ejemplo, el generador **14** puede localizarse en un extremo del sistema **10** más alejado de la costa; pueden usarse dos generadores **14**, con un generador **14** localizado en el extremo alejado y el otro generador **14** localizado en el extremo próximo; o puede localizarse un generador **14** en la parte media del sistema **10**, entre dos conjuntos de conversión del movimiento **12**. El posicionamiento del generador **14** sobre el lecho marino rodea al generador con agua, lo que refrigera el generador **14** cuando genera energía eléctrica. Dado que los generadores **14** típicamente entregan calor, proporcionar un método fácilmente disponible de refrigeración del generador **14** incrementa la eficiencia del generador **14**.

Cada conjunto de conversión del movimiento **12** se asegura a una plataforma de soporte **54** para mantener una posición estática con respecto al lecho marino. En una realización de ejemplo, la plataforma de soporte **54** es una losa de hormigón con pilares verticales. La losa de hormigón **54** tiene masa suficiente para mantener su posición sobre el lecho marino y resistir el movimiento debido a las mareas, empuje desde la boya principal **18**, tormentas, u otras inclemencias atmosféricas. La losa de hormigón **54**, junto con los pilares verticales, soporta la polea **22** o **36**, el mecanismo de carraca **26** o **34**, y el eje **16**. Preferiblemente, la plataforma de soporte **54** es una losa rectangular de hormigón que mide diez pies de ancho, ocho pies de profundidad, y cuatro pies de altura. Dicha losa de hormigón pesa aproximadamente veinticinco toneladas y puede soportar fuerzas sustanciales sin moverse.

Como se ve mejor en la Figura 2, cada conjunto de conversión del movimiento **12** está acoplado a un conjunto contiguo **12** mediante el eje **16**. El eje **16** está compuesto por una pluralidad de segmentos de eje **56** individuales, que se extienden desde un mecanismo de carraca **26** o **34** asegurado a una plataforma de soporte **54** a otro mecanismo de carraca **26** o **34** asegurado a una plataforma de soporte **54** contigua. Para reducir o eliminar preocupaciones sobre la no uniformidad o irregularidad del lecho marino y la colocación precisa de las plataformas de soporte **54** individuales, los segmentos de eje **56** se acoplan a los conjuntos de carracas **26** o **34** mediante juntas homocinéticas **58** (tal como se ve mejor en la Figura 4A). Las juntas homocinéticas **58** se construyen preferiblemente de acero inoxidable y permiten una deflexión orbital a través de una variedad de ángulos. Dicha disposición permite que la pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** accione continuamente el eje **16** incluso cuando las no uniformidades del lecho marino hacen que un conjunto **12** se posicione más bajo o más alto con relación a los conjuntos **12** contiguos.

En una realización de la presente invención, como se muestra mejor en la Figura 3, la boya principal **18** incluye dos platos esféricos de diez pies de diámetro opuestos **60** fusionados juntos en sus bordes. Los platos **60** se construyen preferiblemente de aluminio. La forma curvada de los platos **60** permite a una ola rompiente pasar por encima de la

parte superior de la boya **18**, ejerciendo de ese modo una fuerza tanto sobre la parte frontal de la boya **18** como sobre la parte posterior de la boya **18** para ayudar a mantener a la boya **18** en una posición sustancialmente estacionaria. La boya principal **18** está equipada con dos válvulas remotamente accionadas —una válvula de entrada de aire **62** y una válvula de entrada de agua **64**—. Las válvulas **62** y **64** se controlan remotamente para admitir agua a través de la válvula de entrada de agua **64** como lastre adicional para estabilizar la posición de flotación de la boya **18**, o para tomar aire presurizado a través de la válvula de entrada de aire **62** para expulsar el agua y reducir el lastre de agua en la boya **18**. Las válvulas **62** y **64** se disponen de modo que la boya **18** pueda admitir suficiente lastre de agua para sumergir completamente la boya **18**. Una inmersión completa de la boya **18** puede ser deseable para reducir o eliminar daños a las boyas **18** u otros componentes del sistema cuando se presentan tormentas violentas u otros de dichos peligros. Una vez pasa la tormenta, la boya **18** puede admitir aire presurizado a través de la entrada de aire **62** para expulsar el lastre de agua y volver a la boya **18** a su posición operativa. Adicionalmente, la boya principal **18** puede elevarse o descenderse de modo ajustable a través de la admisión y expulsión de lastre de agua para ajustar dinámicamente la posición de la boya **18** en respuesta a las condiciones cambiantes de las olas para mantener el posicionamiento operativo óptimo para la boya **18**.

En referencia de nuevo a la Figura 3, la boya **18** puede equiparse con tres anillos de pivotamiento **66** a través de los que la boya **18** se conecta al cable principal **24**. Pueden fijarse tres cables conectores **68** a los anillos pivotantes **66** en un extremo y fijarse a un anillo común **70** en el otro extremo. El cable principal **24** puede fijarse al anillo común **70** en un extremo y enrollarse alrededor de la polea oscilante **22** o **36** como se ha descrito previamente. En una realización preferida, el cable principal **24** y los cables conectores **68** son de aproximadamente 3/8 de pulgada de diámetro, teniendo los cables conectores **68** aproximadamente 10 a 15 pies de longitud y el cable principal **24** aproximadamente 100 a 200 pies de longitud.

Aunque la forma de la boya principal puede ser tal como se ha ilustrado en la Figura 3 o cualquier otra configuración capaz de flotación, una realización preferida de la boya principal **72** se ilustra en las figuras 7A, 7B y 7C. La boya principal **72** incluye un cuerpo generalmente rectangular, con la superficie superior **74** e inferior **76** ligeramente abombadas. Una falda **78** se extiende desde la parte inferior **76** de la boya **72**, y un elemento rígido **80**, tal como una tubería, se extiende hacia abajo desde el fondo **76** de la boya **72**, y se fija al menos un miembro de quilla **82** a la tubería **80**. Opcionalmente, pueden fijarse múltiples miembros de quilla **82** a la tubería **80**. Preferiblemente, se fijan tres miembros de quilla **82** a la tubería **80**, cada uno separado 120 grados. La tubería **80** es preferiblemente de diez pies de longitud, y los elementos de quilla **82** tienen forma triangular de tres pies de alto y tres pies de ancho. Cuando pasa una ola por la boya **72** la turbulencia en el agua está próxima a la superficie. La colocación de los miembros de quilla **82** diez pies por debajo de la superficie del agua evita la turbulencia de la ola. Dicha disposición proporciona estabilidad a la boya **72** y elimina o reduce el movimiento lateral, bamboleo o balanceo de la boya **72**. La eliminación de dichos movimientos incrementa el desplazamiento vertical de la boya **72** y permite la recuperación de un porcentaje incrementado de una energía de la ola.

La forma rectangular de la boya principal **72** puede producir un mayor empuje en los conjuntos de conversión del movimiento **12** y producir un movimiento rotacional mayor del eje **16**. Un componente rectangular colocado en un mar picado tiene una tendencia a girar de modo que su superficie vertical más larga se enfrente a las olas incidentes. Al ofrecer un área superficial mayor a las olas incidentes, la boya rectangular **72** captura más de la ola, proporcionando de ese modo más empuje al cable principal **24** cuando se mueve la boya **72** hacia arriba por una ola que pasa. Preferiblemente, la boya rectangular **72** es de treinta pies de ancho, diez pies de fondo y cinco pies de alto.

El posicionamiento y forma de la falda **78** también tiende a eliminar o reducir el movimiento lateral, bamboleo y balanceo de la boya **72**. La forma de la falda **78**, en cooperación con las fuerzas descendentes producidas por el cable principal **24** y cables conectores **68**, mantiene el nivel de la boya **72** sobre la superficie del agua cuando pasa una ola. Cuando la ola desplaza la boya **72** hacia arriba, la boya **72** permanece nivelada, reduciendo así o eliminando el movimiento lateral, bamboleo y balanceo. Tal como se ha descrito anteriormente, maximizar el movimiento vertical también maximiza la energía recuperada de una ola.

Con referencia de nuevo a las Figuras 8A y 8B, la boya **72** se fija a una polea **36** en una forma similar a la descrita anteriormente. Tres cables conectores **68** conectan la boya **72** a un anillo común **70**. Un cable de polea principal **42** conecta el anillo común **70** a una primera ranura **38** en la polea **36**. Además, tal como se ha descrito anteriormente, la boya rectangular **72** incluye una válvula de entrada de aire **62** y una válvula de entrada de agua **64** para la admisión y expulsión de agua de lastre para posicionar la boya **72** para un comportamiento óptimo o evitar peligros. Preferiblemente, la boya principal **72** se construye de aluminio; sin embargo, la presente invención incluye boyas construidas de cualquier material que permita a la boya flotar y elevarse y descender cuando pasan las olas.

La boya retráctil **20**, tal como se ve mejor en las Figuras 3 y 8A, se construye preferiblemente de aluminio, tiene forma cilíndrica, e incluye un manguito de guía **84**. De modo similar a las boyas principales **18** y **72**, la boya retráctil **20** está equipada con un par de válvulas —una válvula de entrada de aire para admitir aire y expulsar agua de lastre, y una válvula de entrada de agua para admitir agua para incrementar el lastre de agua—. La parte inferior de la boya retráctil **20** está equipada con un anillo **86** que se fija a un cable principal **24**, y a continuación se envuelve alrededor de la polea oscilante **22** (tal como se ve en la Figura 3). Alternativamente, el anillo **86** puede fijarse a un cable de

polea retráctil **44**, que se fija entonces a una polea oscilante **36** y se enrolla alrededor de una segunda ranura **40** de la polea **34** (tal como se ve en la Figura 8A).

5 El manguito de guía **84** se fija al lateral de la boya retráctil **20**. El manguito de guía **84** se dispone para deslizar a lo largo del cable **24** o **42** para mantener un movimiento alternativo controlado que rebobina la polea oscilante **22** o **36** cuando progresa una ola pasando la boya principal **18**, **72**. En una realización preferida, la boya retráctil **20** tiene aproximadamente **16** pulgadas de diámetro y **24** pulgadas de altura.

10 Con respecto al coste de construcción de plantas energéticas tradicionales, un sistema de recuperación de energía de las olas **10** es muy barato de construir e instalar. Para instalar un sistema **10**, los componentes del sistema **10** pueden cargarse sobre pontones u otras de dichas plataformas flotantes. Los pontones pueden espaciarse uniformemente a lo largo de la superficie del agua. La separación de los pontones puede ser aproximadamente igual a la distancia operativa deseada entre plataformas de soporte **54** instaladas a lo largo del lecho marino. Las poleas **22** o **36** y los mecanismos de carraca **26** o **34** pueden asegurarse entonces a las plataformas de soporte **54** sobre los pontones. Estas plataformas de soporte **54** montadas pueden descenderse a posiciones sobre el lecho marino desde los pontones, usando cualquier medio convencional, tales como cadenas o cables. Los mecanismos de carraca **26** o **34** pueden acoplarse juntos mediante segmentos de eje **56** y juntas homocinéticas **58**, tal como se ha descrito previamente. En una alternativa, los conjuntos de carraca **26** o **34** pueden acoplarse juntos con los segmentos de eje **56** mientras las plataformas de soporte **54** están sobre los pontones, y la pluralidad de plataformas de soporte **54** pueden descenderse juntas al lecho marino.

25 Una vez los conjuntos de carraca **26** o **34** están acoplados entre sí, los cables **24** o **42** y **44** se envuelven alrededor de cada polea **22** o **36**, y puede fijarse una boya retráctil **20** a un extremo del cable y al manguito de guía **64** instalado a lo largo del cable. Las boyas principales **18** o **72** pueden sumergirse parcialmente a aproximadamente una posición operativa admitiendo y expulsando agua de lastre usando las válvulas de entrada de aire y agua **62** y **64**. El extremo libre del cable principal **24** puede fijarse al anillo común **70** y la longitud del cable principal **24** ajustarse apropiadamente. Tal como se muestra en la Figura 1, el generador **14** puede posicionarse sobre el lecho marino y conectarse directamente a un extremo del eje **16**. Dicha disposición convierte el movimiento vertical alternativo desde las boyas principales **18** o **72** en movimiento rotacional del eje **16** acoplado al generador **14**. El generador **14** incluye una plataforma de soporte **88** similar a las plataformas de soporte **54** de los conjuntos de conversión del movimiento **12**. La plataforma de soporte del generador **88** se construye de hormigón y se diseña para resistir el movimiento debido a olas, tormentas, y otras de dichas inclemencias atmosféricas. Como se apreciará fácilmente por los expertos en la materia, el movimiento rotacional del eje **16** se convierte en energía eléctrica mediante el generador **14**. Un cable de alimentación **90** se fija al generador **14** para suministrar la energía eléctrica generada a la costa. Preferiblemente, el generador **14** es un generador de imán permanente de corriente alterna (CA). Se cablea un rectificador al generador **14** para convertir la corriente alterna en corriente continua CC. Se acopla un convertidor de voltaje al rectificador para generar una corriente de CC constante. Dicha corriente de CC puede usarse como una fuente final de electricidad, o la corriente de CC puede convertirse de vuelta a una corriente de CA.

40 Aunque se ha mostrado el mecanismo de carraca **26** y **34** acoplado al eje **16**, los mecanismos de carraca pueden disponerse para acoplarse al eje **16** a través de un engranaje. Con referencia a la Figura 9, se ilustra un mecanismo de carraca **92**. El mecanismo de carraca **92** no está directamente acoplado con el eje **16**. El mecanismo **92** se posiciona por encima del eje **16** y usa un par de engranajes **94** y **96** para acoplarse al eje **16**. De modo similar a como se ha descrito previamente, el mecanismo de carraca **92** transfiere el movimiento rotacional desde la polea (localizada dentro de la carcasa **98**) al eje **16** cuando se gira la polea en una primera dirección, y no transfiere movimiento desde la polea al eje **16** cuando la polea se gira en una segunda dirección. La disposición ilustrada en la Figura 9 permite la retirada de un mecanismo de carraca dañado **92** y la sustitución de ese mecanismo **92** sin parar el sistema para detener la rotación del eje **16**.

50 Aunque las realizaciones procedentes de la presente invención se han dirigido a una pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento **12** dispuestos para girar un eje **16** para accionar un único generador **14**, se entenderá fácilmente por los expertos en la materia que la presente invención tal como se ha descrito puede aplicarse a cualquier número de disposiciones para transformar el desplazamiento vertical de una boya en energía mecánica o eléctrica. Por ejemplo, cada conjunto de conversión del movimiento **12** puede disponerse para accionar un eje fijado a un generador dedicado a ese conjunto **12**. En otro ejemplo, la energía de una ola puede emplearse para accionar una bomba para mover fluido hidráulico para accionar un generador.

60 Se ilustra otra realización de la presente invención con referencia a las Figuras 10, 11A, 11B y 12. Los conjuntos **12** de conversión del movimiento se disponen para accionar generadores dedicados **100** acoplados a cada plataforma de soporte **102**. Los conjuntos **12** se disponen como se ha descrito previamente. Sin embargo, se fija un generador de imanes permanentes **100** a cada plataforma de soporte **102**. El movimiento vertical de la boya principal **18** o **72** se convierte en un movimiento rotacional para girar un eje de accionamiento **104**. El eje de accionamiento **104** se acopla a, y acciona, el generador **100**, lo que produce energía eléctrica. La energía eléctrica generada puede suministrarse a la costa, o bien para un uso inmediato o bien para suministrarse al interior de una red de distribución de energía. Opcionalmente, la energía eléctrica puede almacenarse en la plataforma de soporte **102** para

suministrarse posteriormente a la costa. Un método de almacenamiento de la energía eléctrica en la plataforma de soporte **102** es acoplar el generador **100** a un súper condensador **106**. Los súper condensadores ofrecen ciclos de vida relativamente elevados, teniendo la capacidad de realizar ciclos millones de veces antes de fallar; baja impedancia, carga rápida; y ninguna pérdida de capacidad con la sobrecarga. Tal como se ha ilustrado en la Figura 10, un cable de potencia **108** puede fijarse en serie a cada súper condensador **106** para suministrar la potencia eléctrica almacenada a la costa. Cuando pasa una ola por los conjuntos de conversión del movimiento **12**, algunos conjuntos producen energía eléctrica, mientras otros están momentáneamente inactivos. De modo similar a la cooperación de los conjuntos **12** para girar el eje **16** previamente descrita, la pluralidad de súper condensadores **106** colocados en serie cooperan para suministrar una corriente constante de energía eléctrica a la costa. Un dispositivo de control lógico programable puede incorporarse opcionalmente dentro del sistema para controlar los generadores **100**, súper condensadores **106**, y otros componentes del sistema para suministrar una corriente eléctrica constante a la costa.

Los ejes de accionamiento **104** pueden disponerse para girar solo en una dirección tal como se ha descrito previamente, o pueden disponerse opcionalmente para girar tanto en la dirección en el sentido de las agujas del reloj como en el contrario. Puede disponerse un generador de imanes permanentes de CA para generar energía eléctrica independientemente de la dirección en la que gira el eje de accionamiento **104**. Los generadores pueden disponerse también para eliminar cualquier necesidad de una caja de engranajes cuando generan energía eléctrica. Con referencia a la Figura 12, puede disponerse opcionalmente un sistema de modo que cada generador dedicado **100** tenga un cable de potencia **110** dedicado para suministrar la energía eléctrica a la costa. La energía eléctrica generada por la pluralidad de generadores **100** puede acumularse en la costa y suministrarse a una red de distribución de energía.

El uso de generadores dedicados **100** asegura que cada plataforma de soporte **102** permite una fácil instalación del sistema de recuperación de energía de las olas. Tal como se ha ilustrado en la Figura 13, las plataformas de soporte **102** pueden colocarse aleatoriamente, sin preocupación por el posicionamiento de las plataformas contiguas **102**. Cada conjunto de conversión del movimiento **12** y generador dedicado **100** es autosuficiente y no se basa en los conjuntos contiguos **12**. Cables de potencia **108** o **110** flexibles permiten a un generador **100** o súper condensador **106** suministrar la energía eléctrica a la costa desde prácticamente cualquier localización sobre el lecho marino, bien en serie o bien en paralelo.

Con referencia a las Figuras 14, 15A y 15B, se ilustra otra realización más de la presente invención. Los conjuntos de conversión del movimiento **12** se disponen de modo que cada conjunto **12** acciona bombas individuales **112** aseguradas a cada plataforma de soporte **114**. Los conjuntos **12** se disponen para girar un eje de accionamiento **116** acoplado a cada bomba **112**. Líneas de presión **118** acoplan cada bomba **112** a múltiples sistemas de accionamiento por bomba hidráulica **120**, típicamente localizados en la costa. Cada línea de presión **118** transmite la presión generada por cada bomba **112** a un repositorio o acumulador de presión **122** central. Este repositorio de presión **122** libera la presión a un ritmo constante para accionar una rueda de inercia de múltiples sistemas de accionamiento por bomba hidráulica **120** para generar energía eléctrica. Dicha disposición da como resultado conjuntos **12** y bombas **112** autosuficientes. Se entenderá fácilmente cómo la inclusión de líneas de presión flexible **118** permite una fácil instalación, tal como se ha descrito anteriormente. De modo similar a la descripción previa, el sistema de múltiples accionamientos por bomba hidráulica **120** genera una corriente en CA, que se convierte en una corriente en CC mediante un rectificador. Un convertidor de tensión genera una corriente en CC constante a ser usada como fuente final de electricidad o para ser convertida de vuelta a una corriente en CA.

Las realizaciones, tal como se han descrito en el presente documento, permiten una relocalización fácil y barata de un sistema de recuperación de energía de las olas. Como se entenderá fácilmente, un sistema puede desmontarse de modo relativamente fácil y rápido y moverse a una localización más deseable. Además, la naturaleza modular de las realizaciones permite la rápida expansión de un sistema operativo y existente. Además, la localización de los sistemas sobre un lecho marino proporciona un sistema de auto-refrigeración, lo que mejora la operación y disminuye los costes de mantenimiento.

La realización preferida de la invención se muestra en los dibujos adjuntos. Sin embargo, nada en la presente divulgación o en los dibujos debería interpretarse para limitar el alcance más amplio de la invención tal como se enumera en las reivindicaciones adjuntas. Y aunque la invención se ha descrito con referencia a la realización preferida, obviamente otras realizaciones, modificaciones, y alteraciones que caigan claramente dentro del alcance de la invención tal como se ha reivindicado serían evidentes para un lector tras la lectura y comprensión de la presente especificación y los dibujos adjuntos. Hasta un grado cubierto por las reivindicaciones adjuntas, se contemplan por la presente divulgación todas las dichas realizaciones, modificaciones y alteraciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de recuperación de energía de las olas (10) que comprende:

5 - un eje (16),
 - una pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento (12), comprendiendo cada conjunto de conversión del movimiento (12):

10 una boya principal (18);
 una boya retráctil (20),
 un segmento de eje, en el que dicho segmento de eje (56) es uno de entre una pluralidad de segmentos de eje que forman un eje (16) que conecta dicha pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento (12);

15 -- una polea (22; 36), acoplada a dicho segmento de eje (56); y
 -- un cable (24; 42), acoplado en un primer extremo a dicha boya principal (18), acoplado en un segundo extremo a dicha boya retráctil (20), y envuelto alrededor de dicha polea (22; 36), en el que el movimiento vertical de dicha boya principal (18) se convierte en un movimiento rotacional de dicha polea (22; 36) y en el que el movimiento rotacional de dicha polea (22; 36) se traslada a dicho segmento de eje (56) cuando dicha polea (22; 36) gira en una primera dirección, pero dicha polea no traslada el movimiento rotacional a dicho segmento de eje (56) cuando dicha polea (22; 36) gira en una segunda dirección, y en el que la boya retráctil (20) incluye un manguito de guía (84) dispuesto para deslizarse a lo largo del cable (24, 42) para mantener un movimiento alternativo controlado de la boya retráctil (20) con respecto a la boya principal (18); y

25 - un dispositivo de generación de energía eléctrica (14) acoplado a dicho eje (16), en el que el movimiento rotacional de dicho eje (16) da como resultado que dicho dispositivo de generación de energía eléctrica (14) genere energía eléctrica.

30 2. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de la reivindicación 1, en el que cada uno de dicha pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento (12) está acoplado a un conjunto de conversión del movimiento (12) mediante uno de dicha pluralidad de segmentos de eje (56).

35 3. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de la reivindicación 2, en el que cada uno de dicha pluralidad de segmentos de eje (56) está acoplado a una de dicha pluralidad de poleas (22; 36) mediante una junta homocinética (58).

40 4. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de la reivindicación 1 en el que cada uno de dicha pluralidad de conjuntos de conversión del movimiento (12) comprende adicionalmente una plataforma de soporte (54), en el que cada uno de dichos segmentos de eje (56) se acopla de modo giratorio a una de dichas plataformas de soporte (54).

45 5. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de la reivindicación 4, en el que dicha boya (18) está situada próxima a una superficie de una masa de agua y dicha plataforma de soporte (54) está situada próxima a un lecho de dicha masa de agua.

6. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho dispositivo de generación de energía eléctrica (14) es un generador de imanes permanentes de corriente alterna.

50 7. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes que comprende adicionalmente una caja de engranajes en el que dicha caja de engranajes se acopla a dicho eje (16) y se acopla a dicho dispositivo de generación de energía eléctrica (14).

55 8. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes que comprende adicionalmente un condensador (106) acoplado a dicho dispositivo de generación de energía eléctrica (14).

60 9. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha boya principal (18) comprende una válvula de admisión de agua (64) y una válvula de admisión de aire (62).

65 10. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes que comprende adicionalmente un cable de potencia (108) acoplado a dicho dispositivo de generación de energía eléctrica (14).

11. El sistema de recuperación de energía de las olas (10) de una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha boya principal (18) comprende un cuerpo rectangular (72) y una falda (78) acoplada a dicho cuerpo rectangular (72).

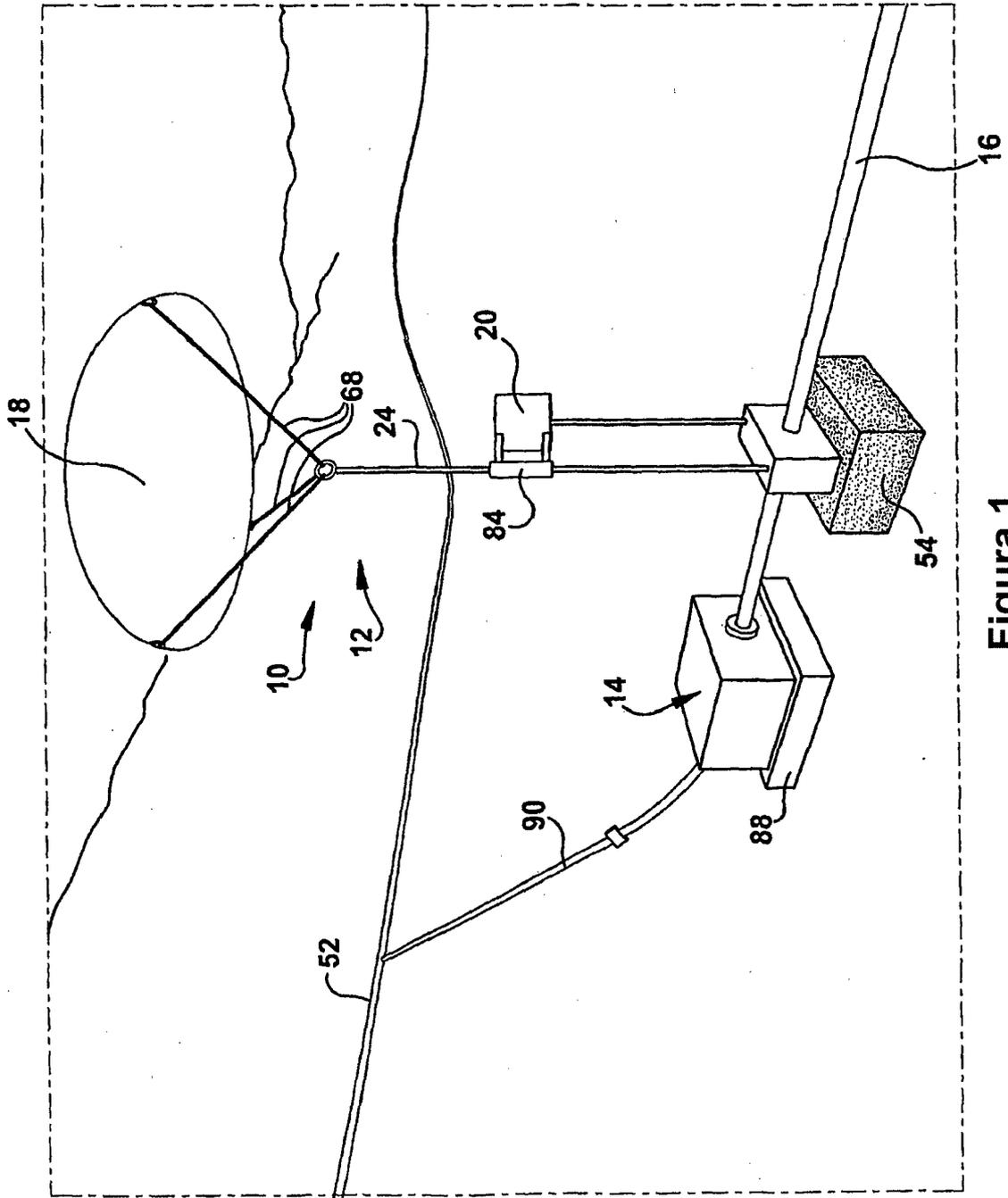


Figura 1

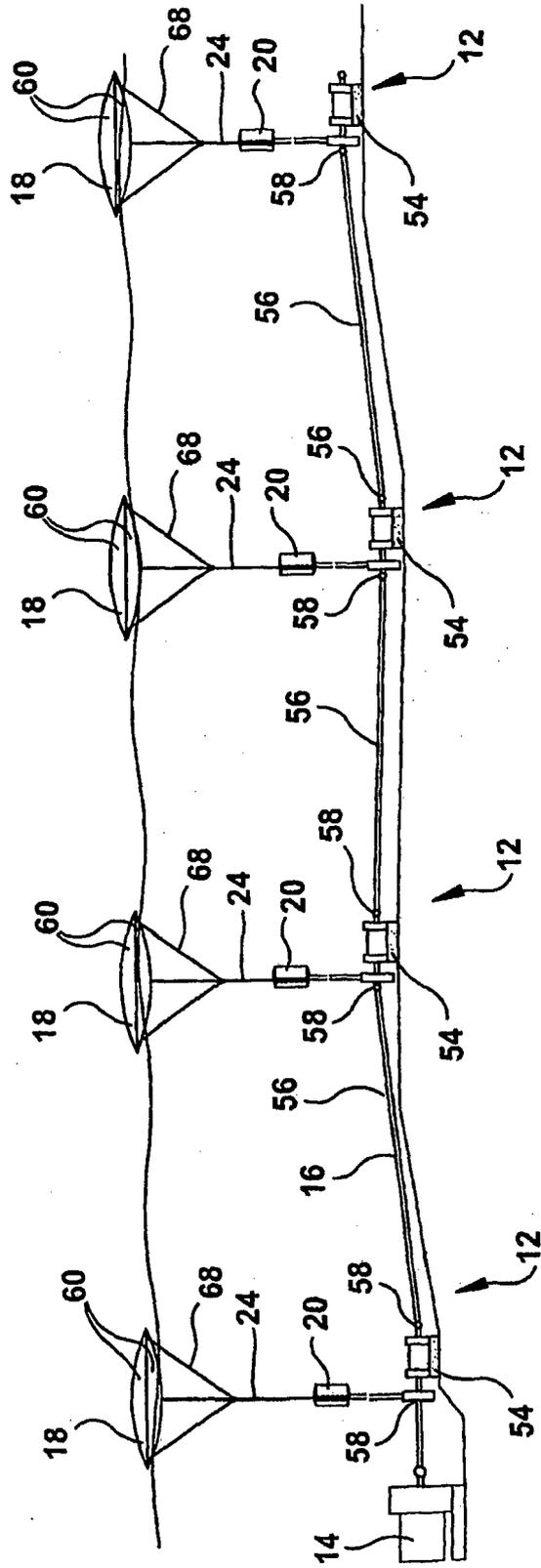


Figure 2

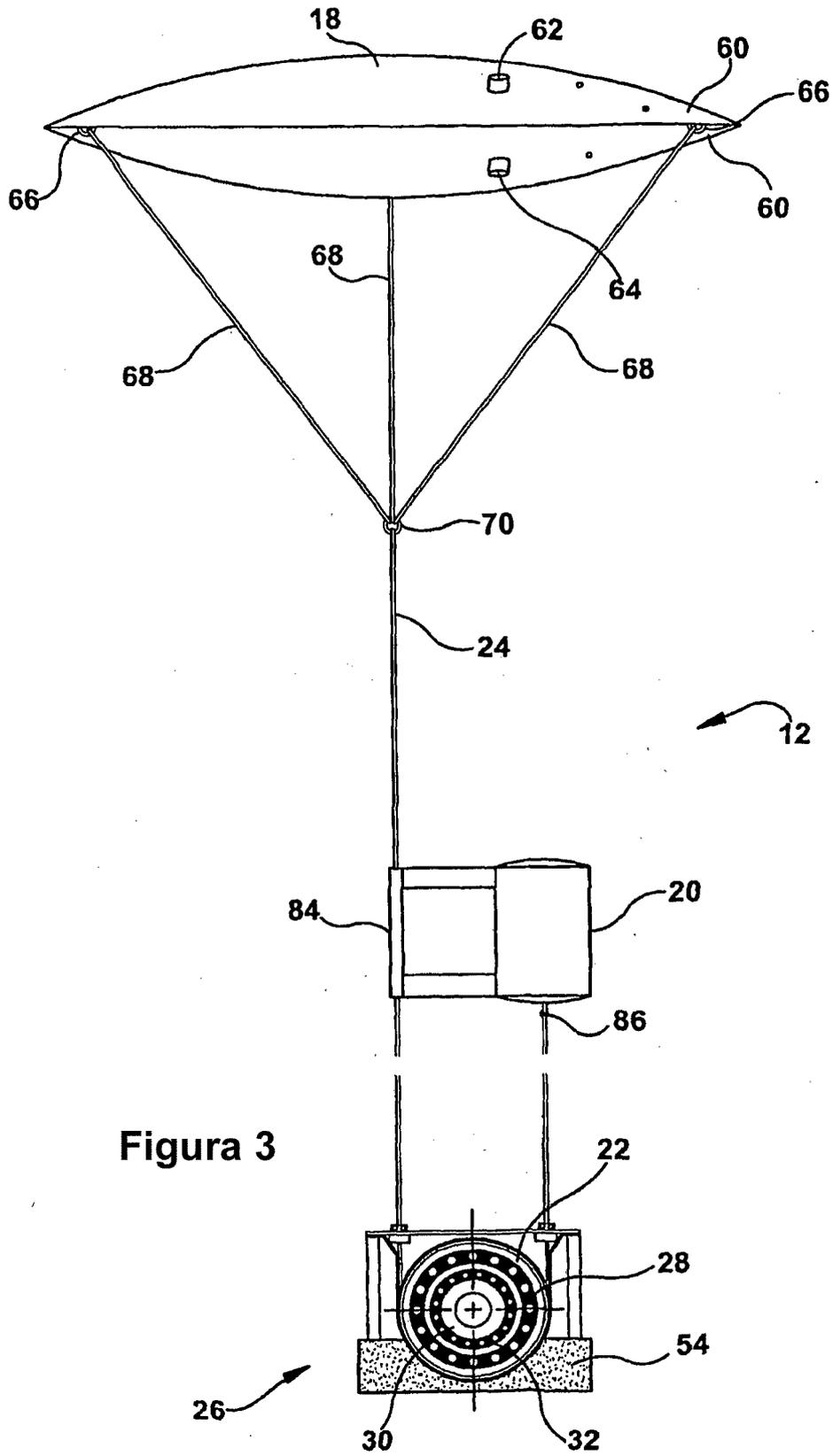
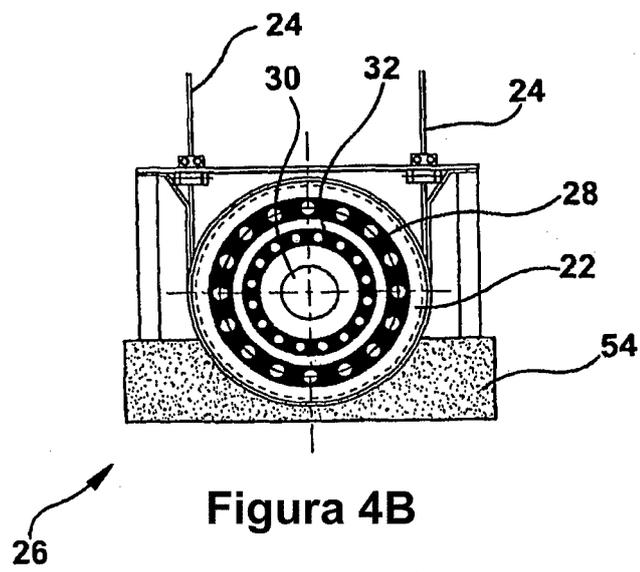
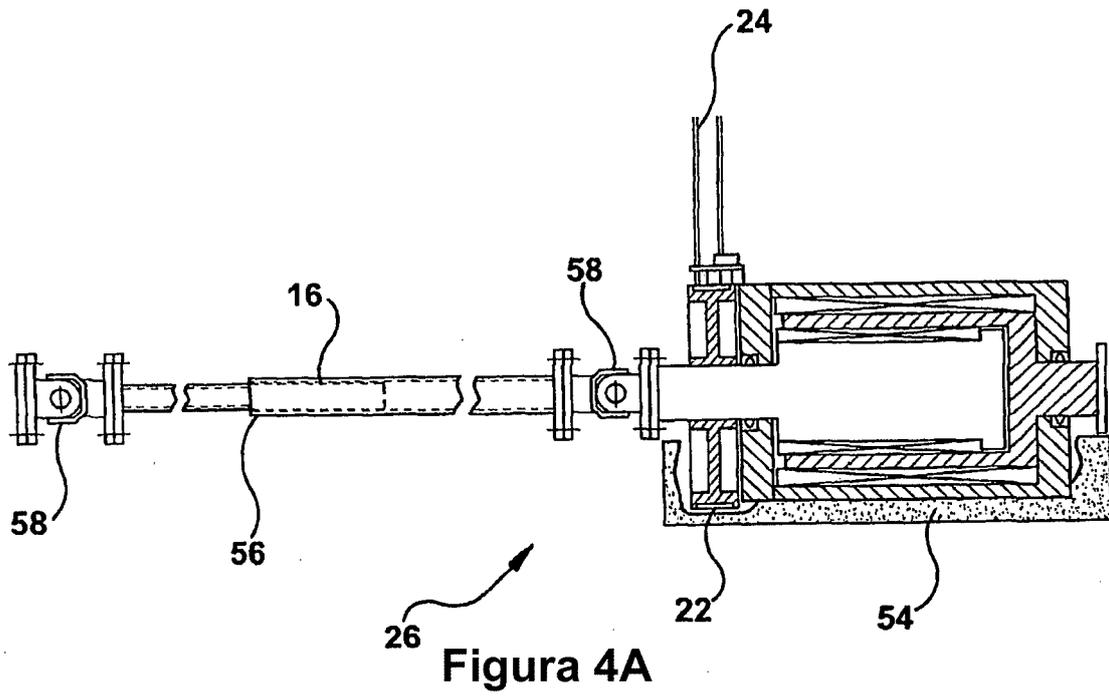


Figura 3



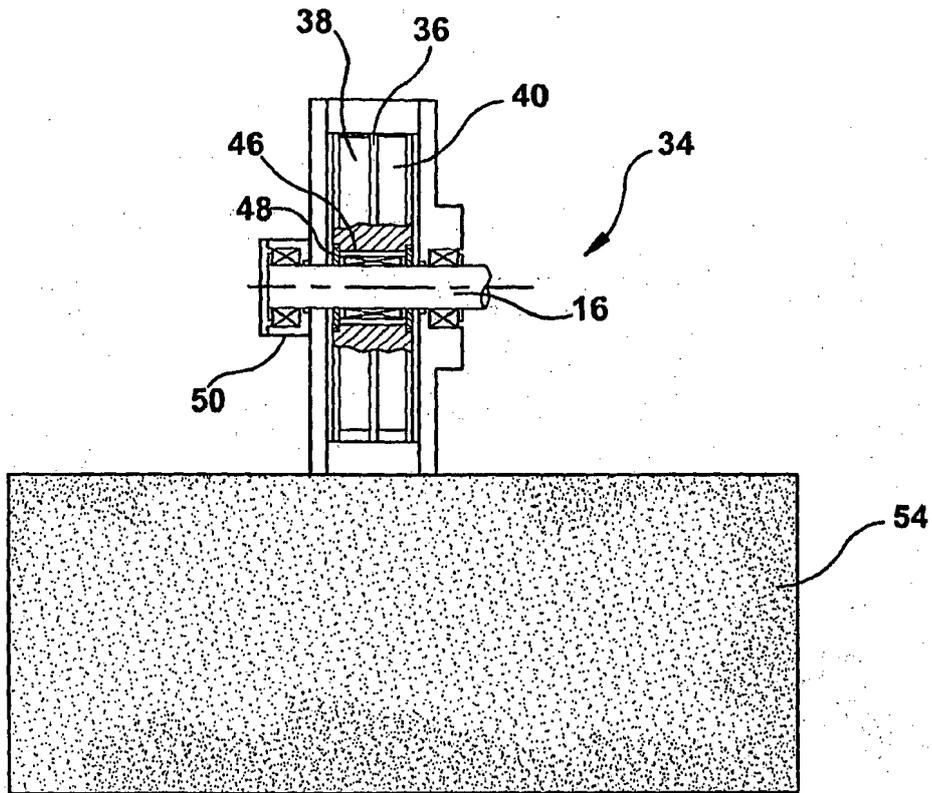


Figura 5A

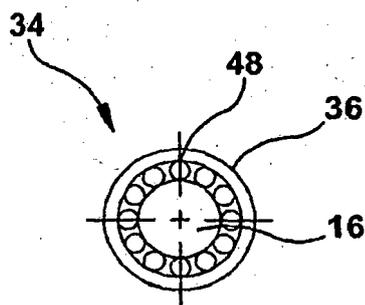


Figura 5B

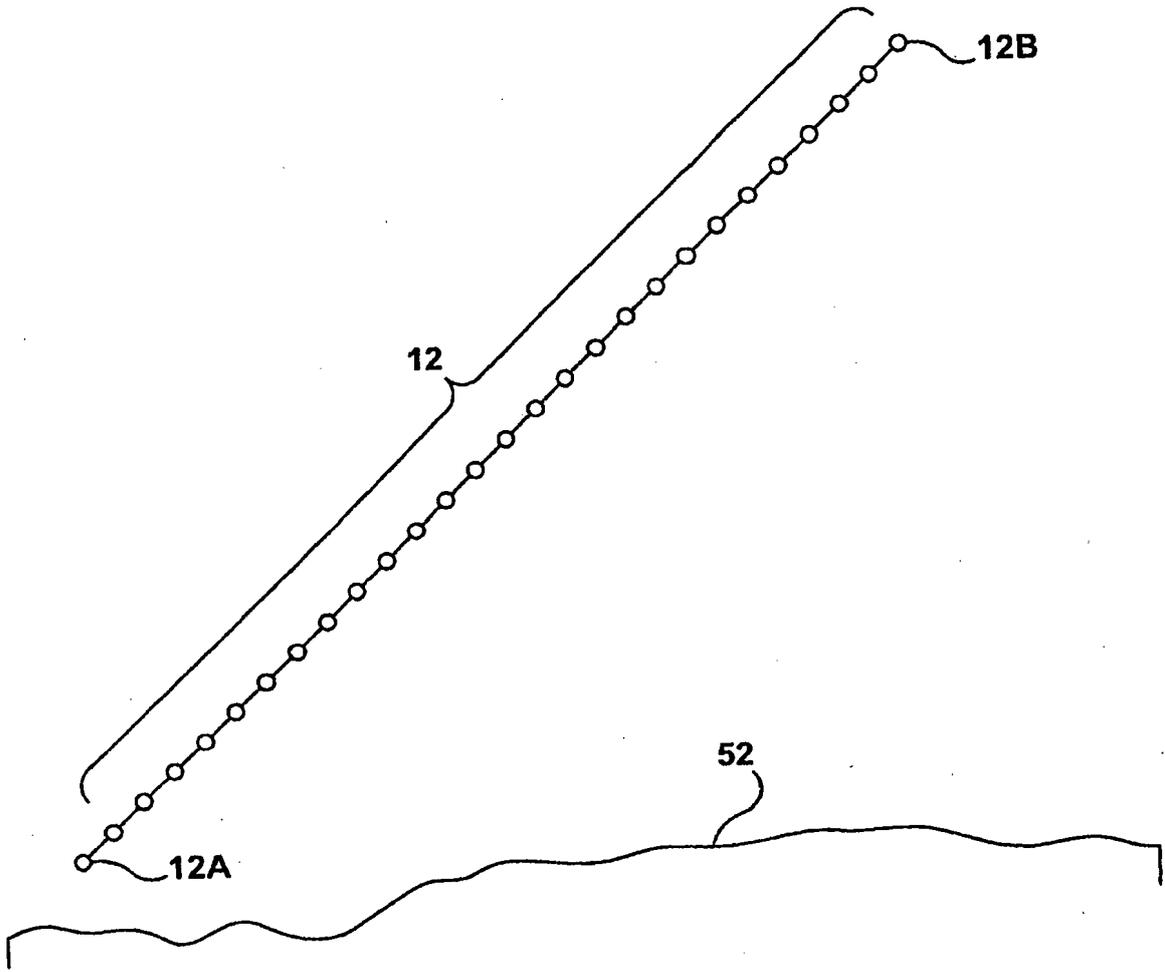


Figura 6

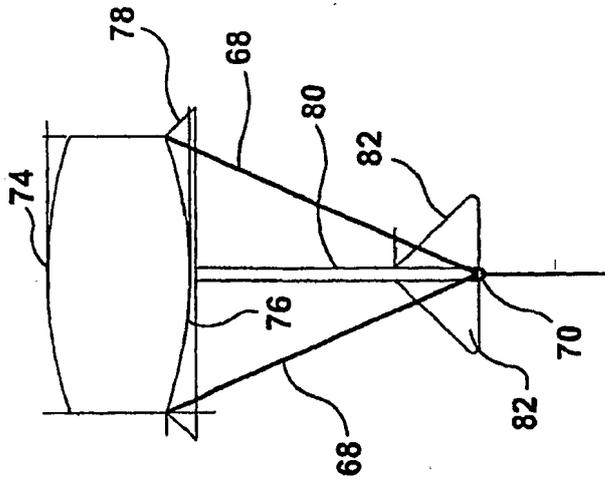


Figura 7A

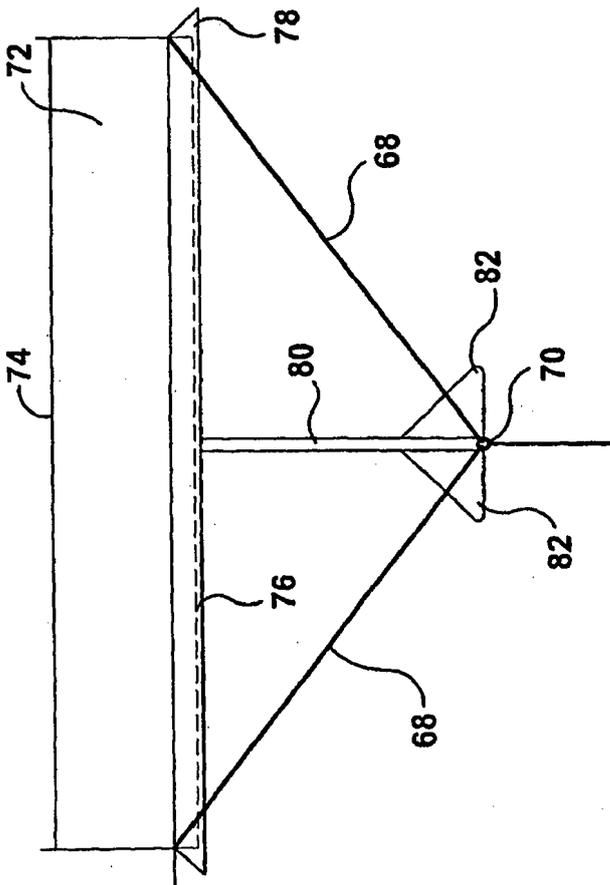


Figura 7B

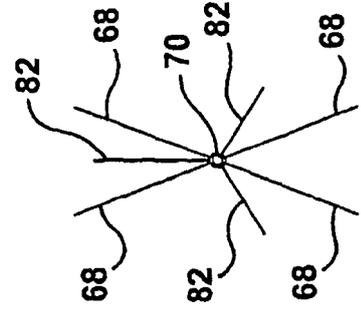


Figura 7C

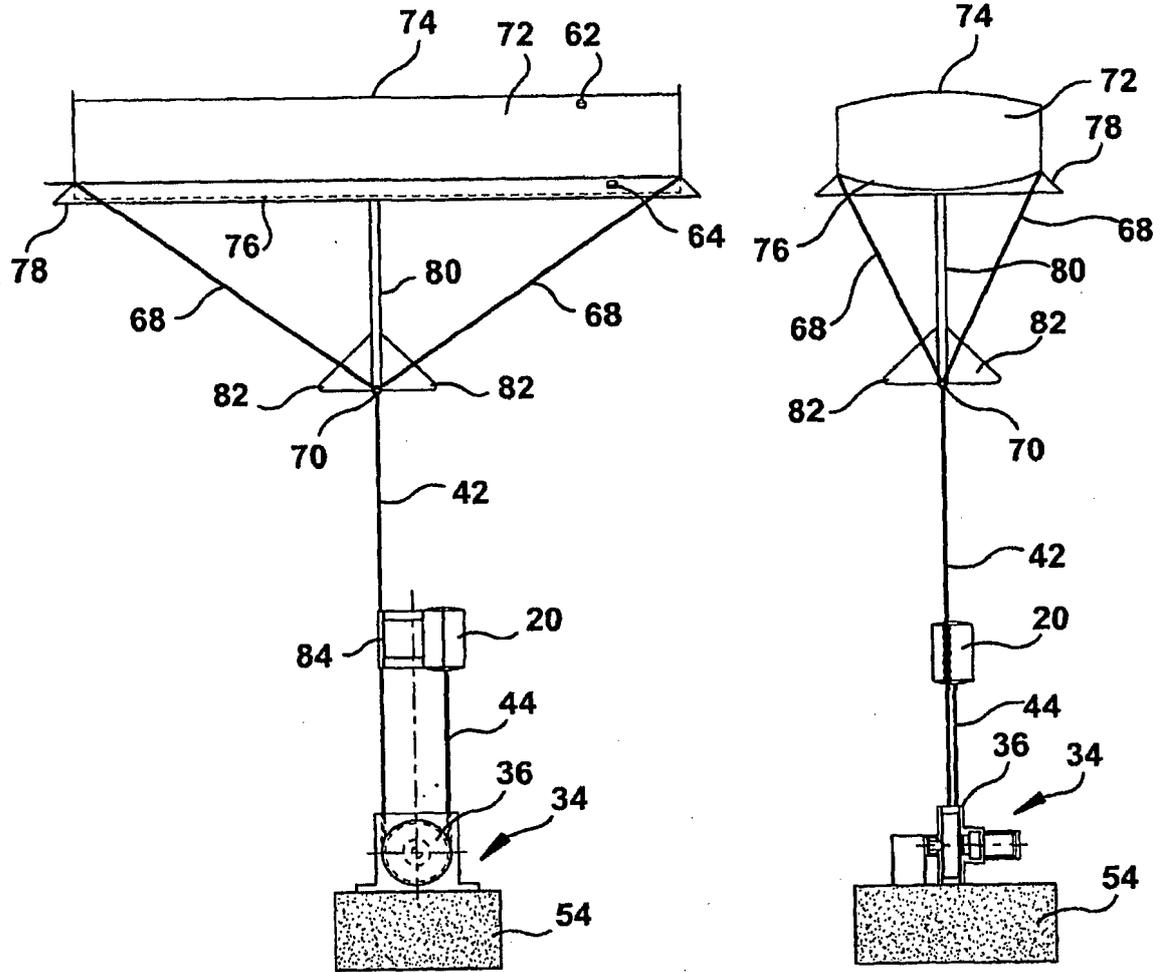


Figura 8A

Figura 8B

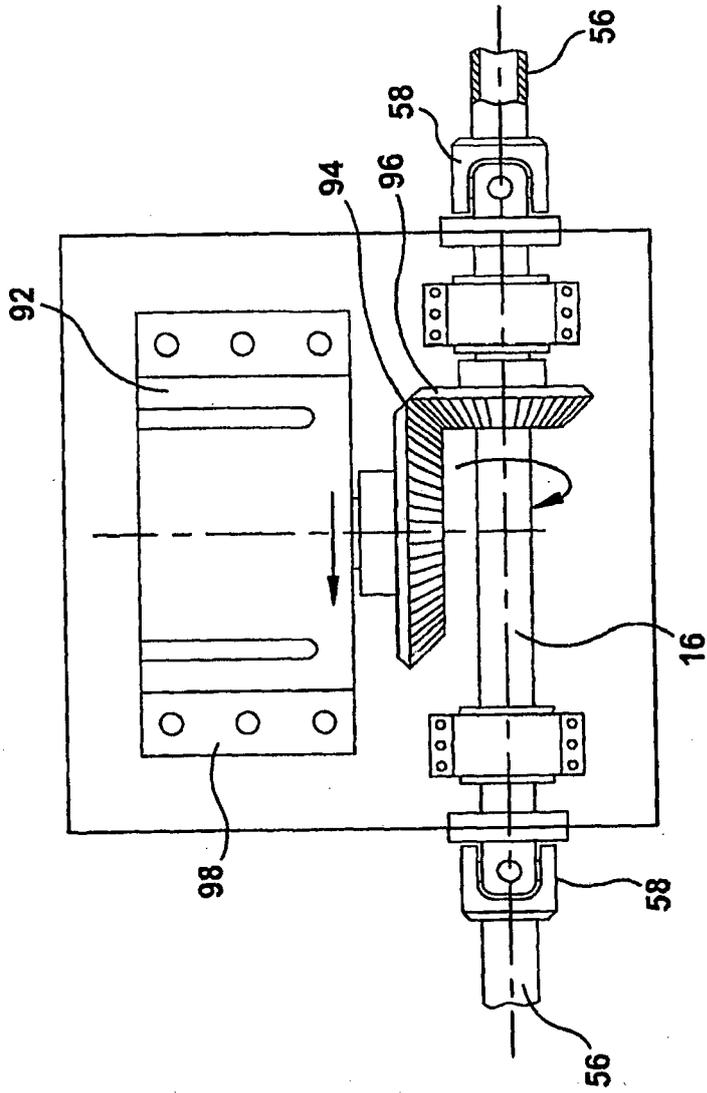


Figura 9

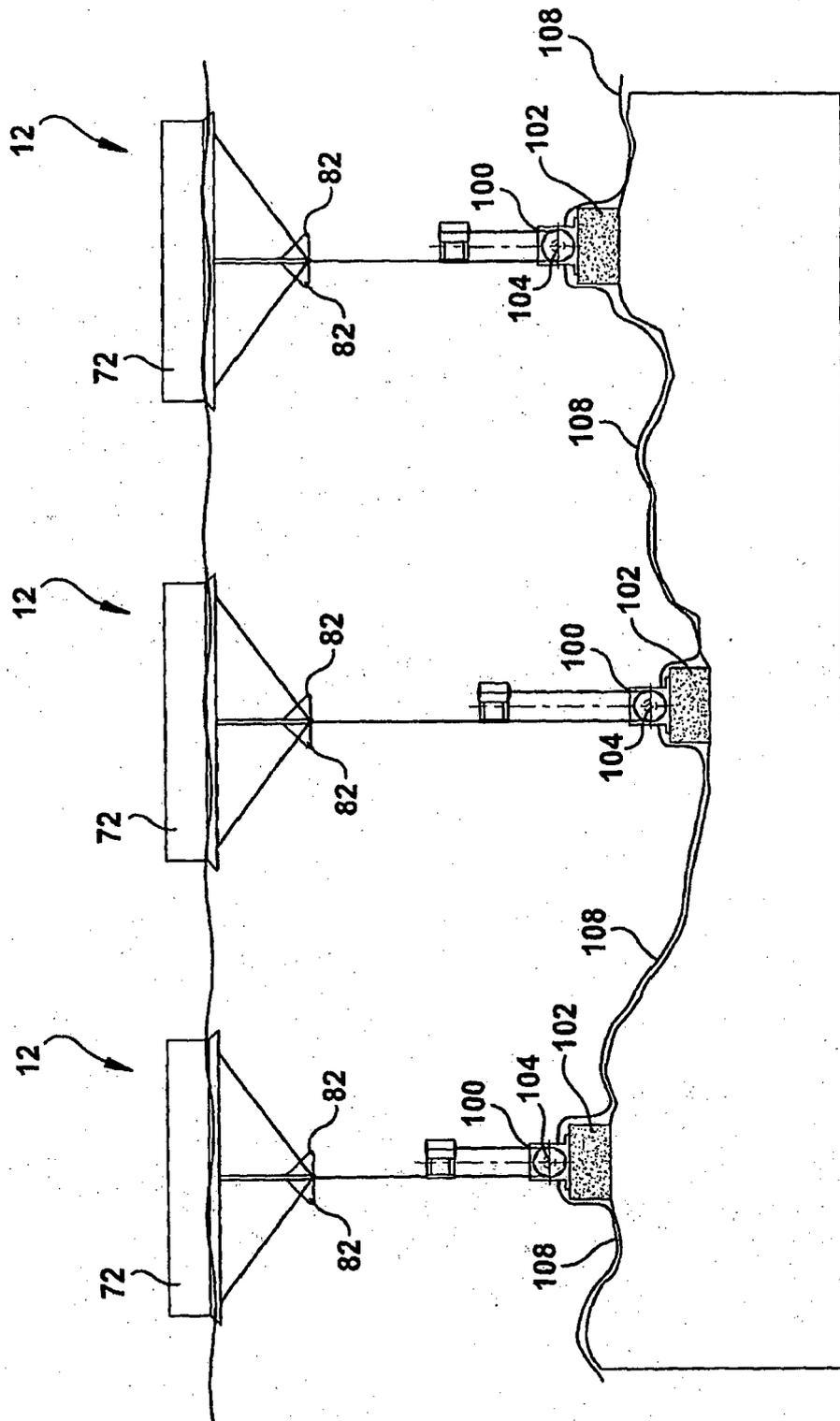


Figura 10

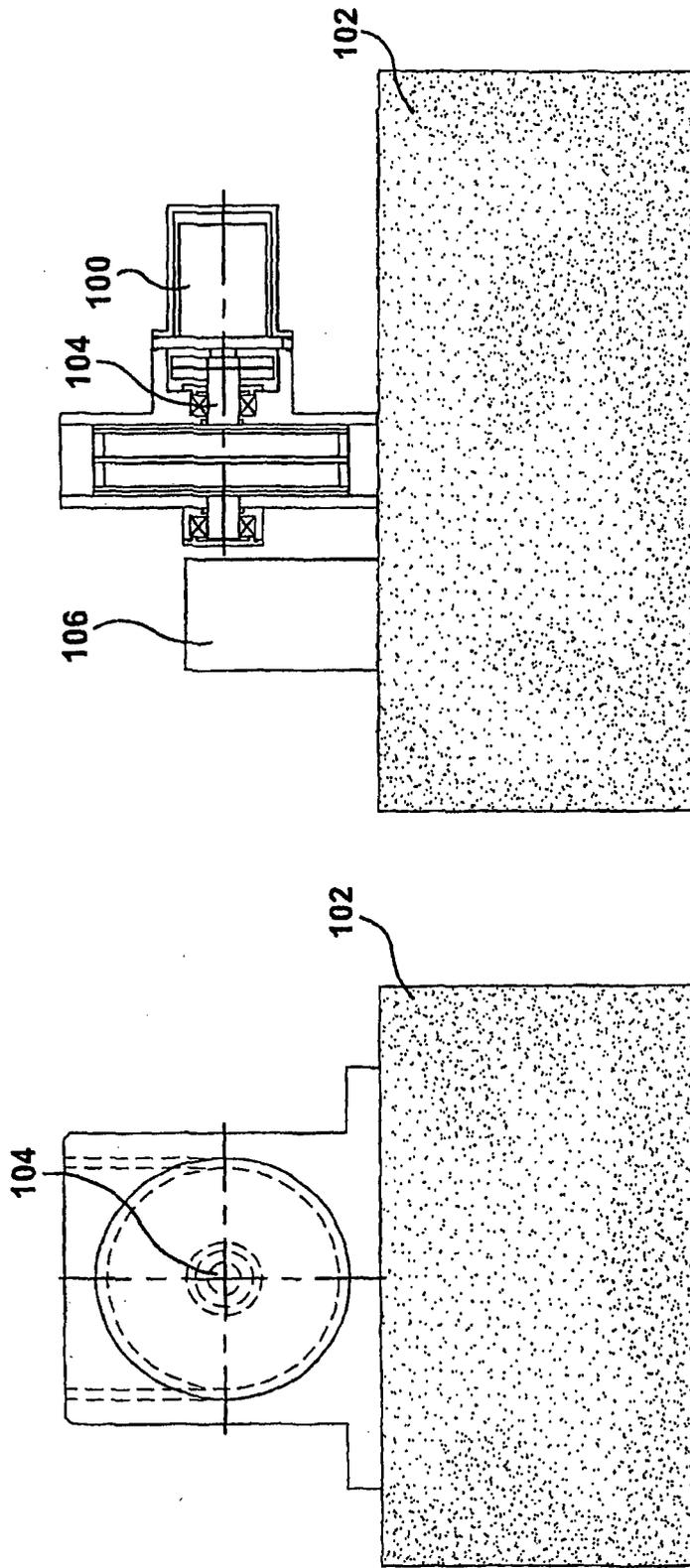


Figura 11B

Figura 11A

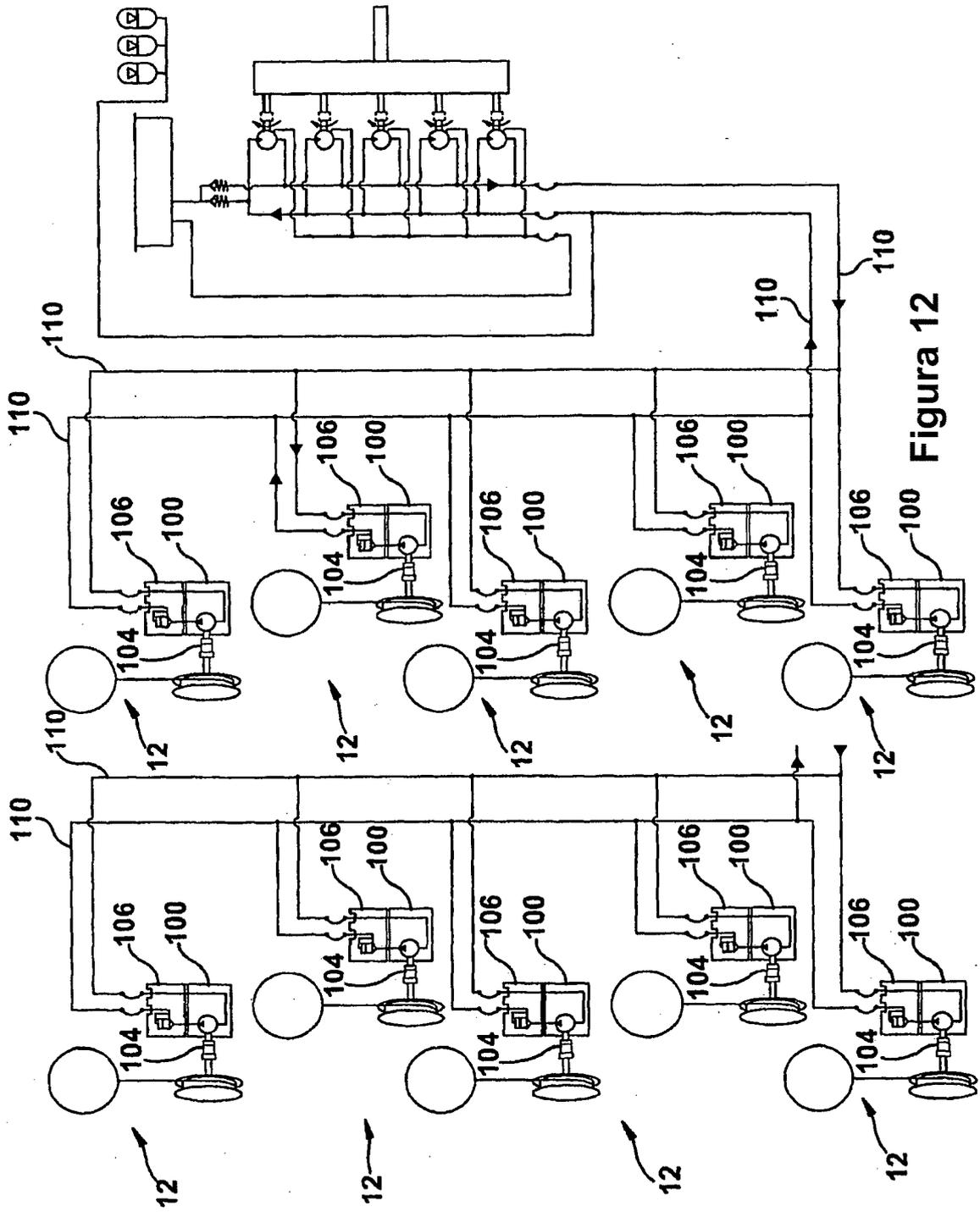


Figura 12

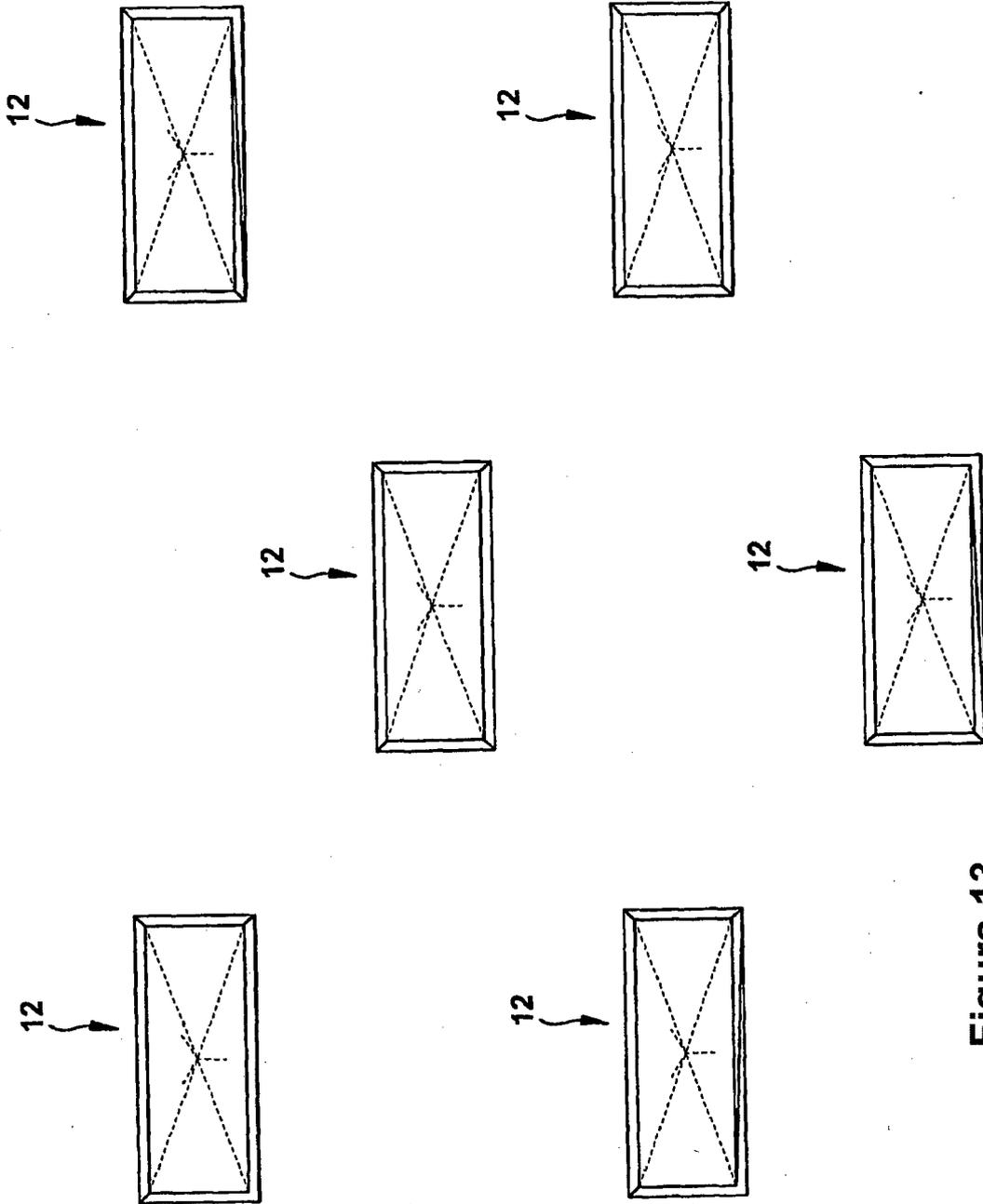


Figura 13

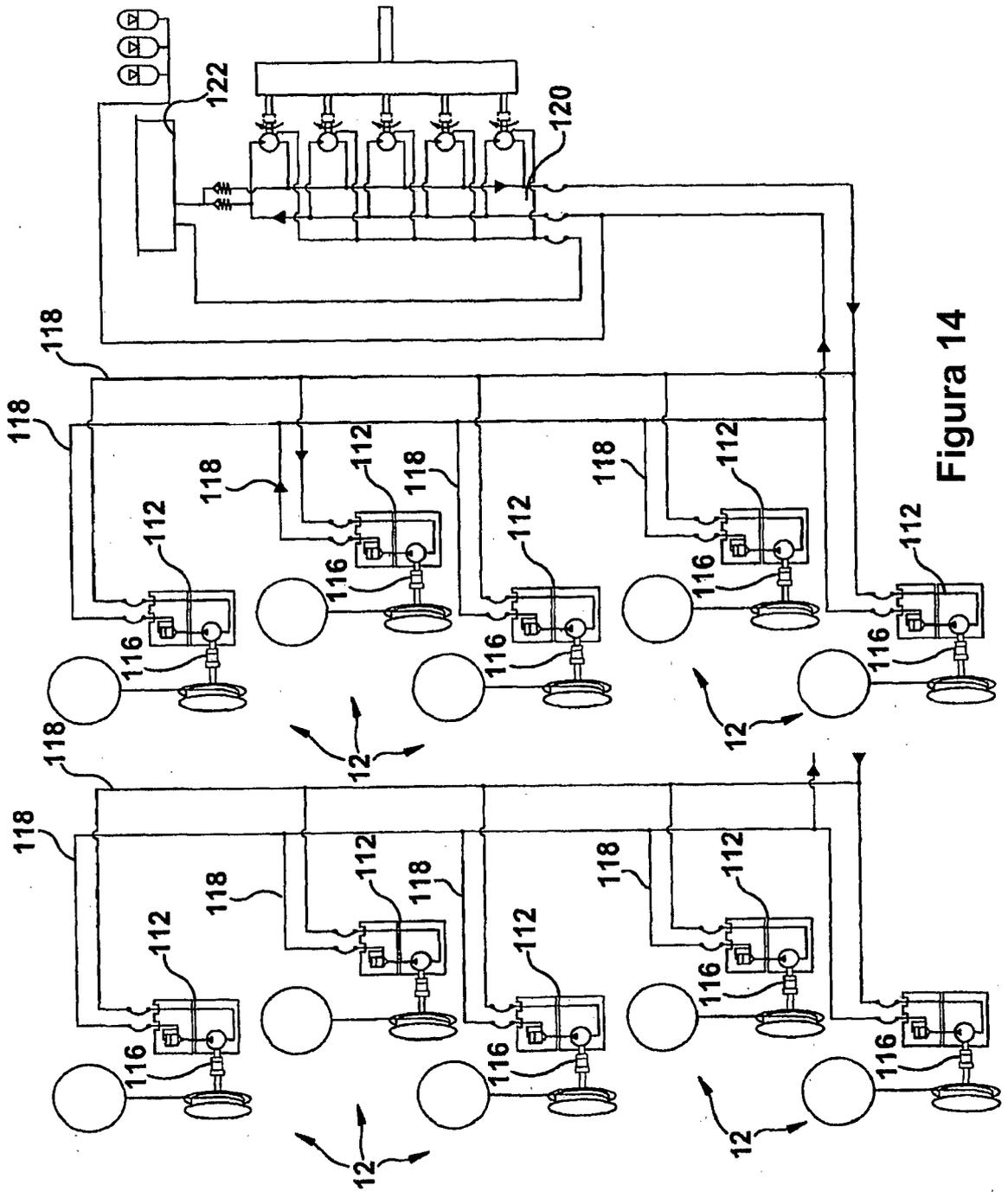


Figura 14

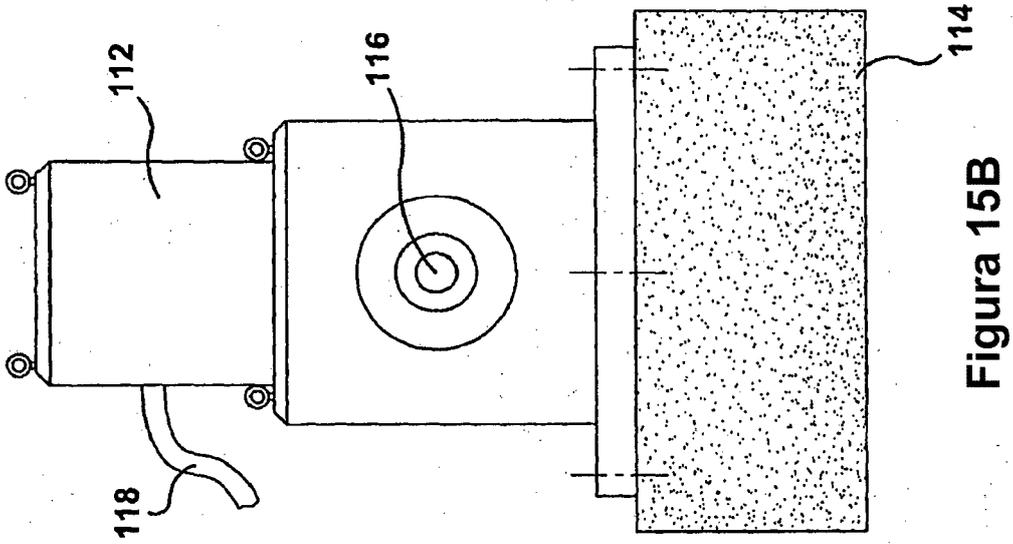


Figura 15B

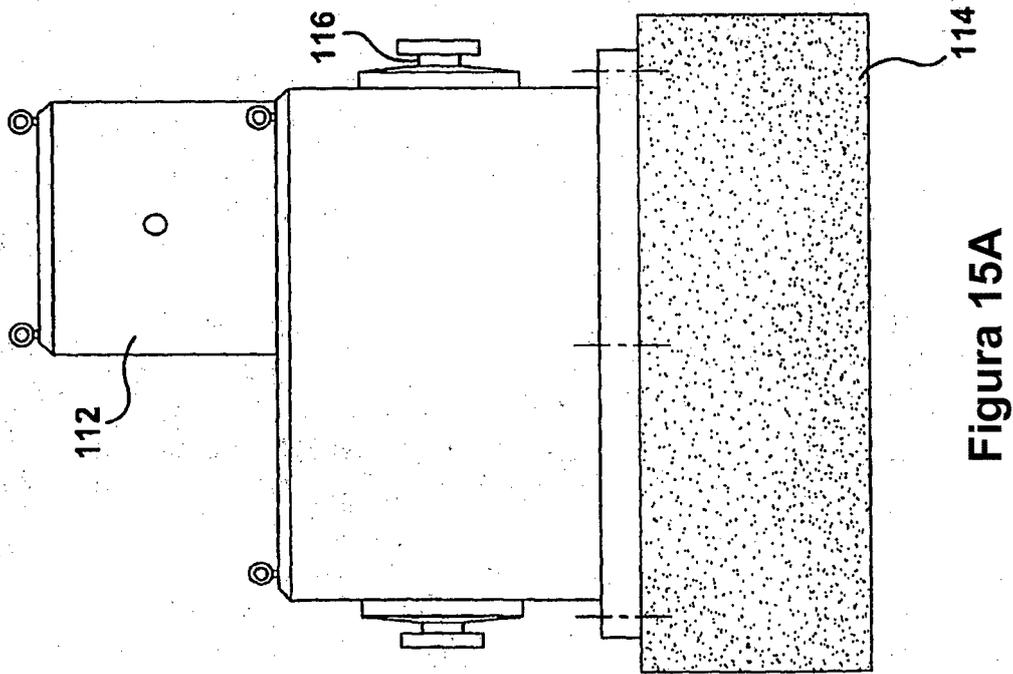


Figura 15A