

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 423**

51 Int. Cl.:

F03B 13/18 (2006.01)

E02B 9/08 (2006.01)

F03G 3/00 (2006.01)

F03B 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2012 PCT/SE2012/050594**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12166047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2012 E 12794041 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2715108**

54 Título: **Convertidor de energía de las olas**

30 Prioridad:

03.06.2011 SE 1100436

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

03.10.2017

73 Titular/es:

**OCEAN HARVESTING TECHNOLOGIES AB
(100.0%)**

**Högabergsgatan 5
371 34 Karlskrona**

72 Inventor/es:

**SIDENMARK, MIKAEL y
ANDERSSON, TORBJÖRN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 635 423 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

Convertidor de energía de las olas

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un convertidor de energía de las olas para producir energía eléctrica a partir de los movimientos de las olas de agua, y a un método para producir energía eléctrica a partir de energía mecánica más o menos intermitente, tal como los movimientos más o menos periódicos de un cuerpo.

Antecedentes de la técnica

10 La energía de las olas es una forma concentrada de energía renovable que procede del rozamiento entre la superficie del agua y el viento. La energía se forma gracias al viento en mar abierto y se transporta a continuación a lugares más próximos a la orilla, donde se puede extraer con convertidores de energía de las olas. Debido a la alta densidad de energía de las olas del océano, la potencia de las olas es un área muy eficiente y el contenido medio de energía cambia de manera más lenta y predecible en comparación con, por ejemplo, el viento. Los recursos son inmensos y se pueden recolectar cerca de zonas pobladas.

15 Sin embargo, existen grandes desafíos que se deben resolver antes de que pueda ser comercialmente viable la potencia de las olas. La energía intermitente y altamente fluctuante procedente de las olas del océano se debe convertir eficientemente en una salida estable de electricidad que sea adecuada para la red eléctrica. Las olas del océano no dejan nunca de tener variaciones de altura, longitud, dirección y período de tiempo (velocidad) de ola a ola en un estado dado del mar. Un estado del mar está definido por la altura significativa (H_s) de la ola, que se calcula a partir del promedio del 1/3 más alto de 100 olas seguidas. El estado del mar cambiará lentamente, pero en gran medida con el paso del tiempo; en condiciones tormentosas, el contenido medio de energía en un estado del mar puede ser más de 100 veces mayor que durante las condiciones normales (promedio anual).

25 A fin de que un convertidor de energía de las olas capte energía eficientemente, debería tener una longitud suficiente de carrera para seguir las olas más altas en la condición de oleaje máximo para la que está diseñado y a la que está destinado, y debe ser capaz de ajustarse o gestionar niveles del mar y direcciones de ola cambiantes. La captación de energía en un convertidor de energía de las olas depende de la velocidad del movimiento y la fuerza entre un dispositivo de captación de energía, tal como una boya flotante, y una referencia fija o móvil. Si solamente se pudiera usar una dirección de movimiento, p. ej., el movimiento vertical, la velocidad del movimiento cambiaría de cero a un nivel superior dos veces para cada período de ola. Considerando la velocidad del movimiento vertical de las partículas de agua en una ola, la velocidad del movimiento es la más alta donde las partículas de agua pasan a través del nivel medio del mar y nula en las crestas y valles. En cualquier estado dado del mar, la energía pico se encuentra en las olas más altas, determinada estadísticamente por $H_s^{*1,8}$. La energía pico captada de las olas más grandes es del orden de 7-10 veces mayor en comparación con la energía media en cualquier estado dado del mar.

35 No es eficiente convertir instantáneamente la energía captada. Entonces, la potencia fluctuará rápidamente desde cero hasta el nivel pico, lo que no es adecuado a partir de un generador usual o la red eléctrica a la que suministra la potencia generada. El generador debe estar dimensionado para gestionar los picos de energía, lo que conducirá, como consecuencia, a una baja utilización y un bajo rendimiento eléctrico con una alta generación de calor. La potencia pico se puede distribuir en velocidad y par en el generador, pero no se puede permitir que exceda un valor máximo sin dañar el generador. Una velocidad más alta conducirá naturalmente a un par más alto, a menos que la amortiguación del generador se varíe dinámicamente para compensar.

40 Sin embargo, la compensación de la amortiguación del generador para reducir los pares pico reducirá incluso más el rendimiento eléctrico. Por esta razón, las magnitudes pico de par/carga mecánica alcanzarán también valores altos como consecuencia de que la potencia pico que se está convirtiendo. Una alternativa es limitar la captación de energía instantánea máxima o dar salida a la energía en exceso captada, pero esto reducirá la utilización del resto de partes del convertidor de energía de las olas, al reducir la salida de potencia media.

45 Para hacer posible una conversión eficiente de energía de las olas en electricidad, se debe captar tanta energía como sea posible y corregir a continuación, hasta una carga estable sobre la toma de potencia y el generador, con alguna clase de dispositivo corrector de potencia. En tomas de potencia hidráulica, es común usar acumuladores de gas, pero la presión del gas y, por ello, la presión hidráulica en el sistema hidráulico aumenta exponencialmente con el nivel de energía almacenado en el acumulador, haciendo difícil conseguir una corrección de potencia suficiente sin que el acumulador de gas tenga un tamaño muy grande. Para conseguir una salida de potencia corregida que coincida con la energía media procedente de un estado dado del mar, la capacidad debe ser suficiente para corregir la energía sobre varias olas seguidas. Se pueden presentar dos o tres grandes olas seguidas, después de lo cual se pueden presentar varias olas más pequeñas. Se dice a menudo que cada séptima ola es una grande y, como se ha comentado en lo anterior, se miden 100 olas seguidas para determinar el estado del mar.

55 Las tecnologías de potencia de las olas se han desarrollado durante un largo período de tiempo pero, hasta ahora, no se ha mostrado cómo diseñar un convertidor de energía de las olas que sea capaz de convertir eficientemente la

energía intermitente y altamente fluctuante procedente de las olas del océano en una salida estable de potencia, como se ha descrito anteriormente.

- 5 Un método frecuente para captar la energía de las olas de agua es usar el movimiento vertical del agua. Las instalaciones que usan tal tecnología se denominan, a veces, "absorbedores puntuales". Un método para utilizar los movimientos verticales comprende el uso de una boya que tiene una cimentación inferior y una rueda de anclaje. La cimentación inferior está situada firmemente sobre el fondo marino y está conectada a la boya que sigue la superficie del océano, es decir, los movimientos de las olas. Cuando la superficie sube y levanta por ello la boya, se crea una fuerza motriz que se convierte en un movimiento rotatorio mediante una barra de accionamiento conectada entre la cimentación y la boya o mediante un cable o cadena que discurre sobre una rueda de anclaje articulada para su rotación en la boya o en la cimentación y que está conectada, en un extremo opuesto, respectivamente, a la cimentación o la boya. La fuerza motriz aumenta debido a la velocidad aumentada del movimiento de las olas, cuando se hace mayor la altura de las mismas. El sentido y la velocidad de rotación de una rueda de anclaje, si se usa tal rueda, dependen directamente de la dirección vertical y la velocidad del movimiento de las olas. Sin embargo, esto no es óptimo para acoplar un generador usual a la rueda de anclaje con vistas a producir energía eléctrica.
- 10
- 15 A fin de hacer eficiente un convertidor de energía de las olas que acciona un generador rotatorio usual, los movimientos verticales de las olas se deben convertir en un movimiento rotatorio unidireccional, y se debe estabilizar la velocidad de rotación de un generador eléctrico conectado a la transmisión. En un dispositivo, como se ha descrito anteriormente, que usa una barra, un cable o una cadena de accionamiento, que está asegurado al fondo marino o en una estructura de bastidor y que discurre a lo largo o sobre una rueda de anclaje articulada en una boya, este problema se puede resolver parcialmente del siguiente modo. Cuando una ola levanta la boya, se produce una fuerza motriz sobre la rueda de anclaje. Acto seguido, cuando cae la ola, se desacopla un mecanismo que impide la rotación inversa y un contrapeso hace girar hacia atrás la rueda de anclaje. Entonces, el accionamiento motor solamente está activo durante la subida de la ola y cesa completamente cuando se hunde la ola, y esto no es satisfactorio.
- 20
- 25 Se han hecho intentos para invertir el sentido de rotación, de manera que un generador eléctrico accionado por la rueda de anclaje sea accionado por el contrapeso en el mismo sentido, también cuando se hunde la ola. Se ha intentado asimismo invertir el sentido de rotación del generador. Sin embargo, el cambio del sentido de rotación de una transmisión mecánica o del generador dos veces en cada período de ola da como resultado un desgaste mecánico. Incluso aunque la transmisión puede hacer que sea unidireccional el sentido de rotación, la velocidad de rotación sigue a la velocidad del movimiento vertical, haciendo esto que la velocidad y el par del generador varíen según la velocidad de los movimientos de las olas. Esto proporciona altas fluctuaciones en la salida de potencia y la carga de par en el sistema y, como consecuencia, también una utilización y un rendimiento bajos del generador, ya que dicho generador se tiene que sobredimensionar para gestionar las cargas pico. La toma de potencia se debe sobredimensionar también para gestionar los pares pico.
- 30
- 35 A fin de hacer más uniforme la fuerza motriz y la velocidad de rotación de un generador, cuando se usa una transmisión mecánica, múltiples boyas pueden cooperar unas con otras, existiendo entonces un desfase entre los movimientos de las boyas. Sin embargo, esto solo funciona óptimamente en el caso en que las boyas estén distribuidas uniformemente por un período de ola, lo que ocurre muy rara vez, ya que siempre varía la longitud y la velocidad de las olas.
- 40
- 45 Algunas de las desventajas básicas de los convertidores de energía de las olas que tienen la estructura descrita con anterioridad se eliminan, o al menos se reducen significativamente, en los convertidores de energía de las olas descritos en la solicitud internacional de patente publicada número WO 2009/105011. En tales convertidores de energía de las olas, la energía de las olas de agua es absorbida del modo común, durante ciertas partes de los movimientos de las olas de agua, para accionar un generador eléctrico. Parte de la energía absorbida se acumula o se almacena temporalmente de algún modo mecánico adecuado para accionar el generador eléctrico durante otras partes de los movimientos de las olas de agua. El acoplamiento del eje de accionamiento del movimiento del nivel del agua y el almacenamiento de energía mecánica hacia el generador eléctrico están dispuestos de un modo mecánico especial para una rotación unidireccional con un par constante y una velocidad de rotación constante. El documento WO 2010/044674 A2 describe una planta de potencia de las olas con boya flotante que tiene un cabrestante autoapretante y un acumulador hidráulico. Se bombea fluido hacia dentro del acumulador a medida que se tira del cable de cabrestante y hacia fuera del acumulador, cuando se aprieta dicho cable de cabrestante.
- 50

Compendio de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una toma eficiente de potencia para un convertidor de energía de las olas, en donde se eliminan, o al menos se minimizan, los inconvenientes de las soluciones de la técnica anterior.

- 55 Según un primer aspecto de la presente invención, se prevé un convertidor de energía de las olas, que comprende una unidad de absorción de energía dispuesta para absorber la energía generada por los movimientos del agua, cuando el convertidor de energía de las olas está dispuesto en un volumen de agua, una unidad de acumulación de energía (200) conectada a la unidad de absorción de energía y una unidad de generación de potencia conectada a la unidad de absorción de energía, en donde la unidad de absorción de energía, la unidad de acumulación de

energía y la unidad de generación de potencia están dispuestas en un cuerpo flotante, en donde la unidad de acumulación de energía está dispuesta para acumular energía procedente de la unidad de absorción de energía, cuando la unidad de absorción de energía absorbe más energía que la que genera la unidad de generación de potencia, y para disipar energía hacia la unidad de generación de potencia, cuando la unidad de absorción de energía absorbe menos energía que la que genera la unidad de generación de potencia, caracterizado por que la unidad de absorción de energía comprende una bomba hidráulica conectada a medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, la unidad de acumulación de energía comprende un primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados que está conectado de modo operativo a un contrapeso para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, y la unidad de generación de potencia comprende un motor hidráulico conectado a un generador eléctrico.

Se considera que un sistema de toma de potencia hidráulica es más robusto y permite un diseño más flexible y controlable, aunque el rendimiento de una toma de potencia hidráulica es mucho menor en comparación con una toma de potencia mecánica debido a un rozamiento mucho mayor causado por el flujo hidráulico a través del sistema.

Al disponer la unidad de absorción de energía, la unidad de acumulación de energía y la unidad de generación de potencia en un cuerpo flotante, es fácil de instalar y retirar el convertidor de energía de las olas y es fácil acceder a las unidades anteriormente mencionadas, para su mantenimiento.

En una realización preferida, unos medios preferiblemente oblongos, dispuestos para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, están conectados al eje de entrada de una bomba hidráulica, por lo que el movimiento del convertidor de energía de las olas se transforma eficientemente en una fuerza rotatoria que acciona la bomba hidráulica. Se prefiere que el eje de un dispositivo de alimentación de retorno, preferiblemente un conjunto hidráulico de bomba y motor combinados, esté conectado mecánicamente a los medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, por lo que el dispositivo de alimentación de retorno se usa para arrollar el eje fijado a los medios a fin de mantener estirados los medios oblongos durante una alimentación de retorno, cuando el convertidor de energía de las olas se acerca más al otro extremo de los medios, que está fijado a un punto de referencia más o menos fijo. Se requiere que los medios estén en un estado estirado a fin de generar una fuerza rotatoria para accionar la bomba hidráulica, cuando el convertidor de energía de las olas se aleja de dicho punto de referencia más o menos fijo.

Las realizaciones preferidas adicionales están definidas por las reivindicaciones dependientes.

30 Breve descripción de los dibujos

La invención se describe a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra la disposición general de una toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas según la invención;

35 la figura 2 es un diagrama detallado que muestra los componentes de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas de la figura 1, según una primera realización que funciona con un único sistema de accionamiento;

40 la figura 3 es un diagrama detallado que muestra los componentes de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas de la figura 1, según una segunda realización que funciona con un sistema de accionamiento doble;

la figura 4 es un diagrama detallado que muestra los componentes de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas de la figura 2, con desacoplamiento de la energía entrante;

la figura 5 es un diagrama detallado que muestra los componentes de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas de la figura 3, con desacoplamiento de la energía entrante;

45 la figura 6 es un diagrama detallado que muestra los componentes de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas de la figura 2, pero provisto también de un sistema de freno; y

la figura 7 muestra un funcionamiento de par esencialmente constante de una unidad de acumulación comprendida en una toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas según la invención.

Descripción de realizaciones

50 En lo que sigue, se proporcionará una descripción detallada de diversas realizaciones de un convertidor de energía de las olas. En esta descripción, la expresión "volumen de agua" se debe considerar que incluye cualquier cuerpo o masa de agua.

Haciendo referencia a la figura 1, un convertidor de energía de las olas según la invención comprende una unidad de absorción de energía 100, una unidad de acumulación de energía 200 conectada a la unidad de absorción de energía 100 y una unidad de generación de potencia 300 conectada a la unidad de absorción de energía 100. Preferiblemente, estas unidades están dispuestas en una boya o un cuerpo flotante 20.

5 La unidad de absorción de energía 100 está dispuesta para absorber la energía generada por los movimientos del agua, cuando el convertidor de energía de las olas está dispuesto en un volumen de agua. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante una disposición que conecta la unidad de absorción de energía al lecho marino, por ejemplo una cimentación 30, tal como una cimentación inferior, como se explicará con detalle en lo que sigue. En los movimientos hacia arriba y hacia abajo de la superficie del agua, la boya 20 está realizada para subir o hundirse
10 alternativamente y/o bascular o inclinarse hacia delante y hacia atrás alternativamente. Por ello, se puede crear una fuerza motriz con relación al fondo del volumen de agua.

15 La unidad de acumulación de energía 200 está dispuesta para acumular energía procedente de la unidad de absorción de energía 100, cuando la unidad de absorción de energía absorbe más potencia que la que genera la unidad de generación de potencia 300 y para disipar energía hacia la unidad de generación de potencia 300, cuando la unidad de absorción de energía absorbe menos potencia que la que genera la unidad de generación de potencia 300. La energía acumulada se almacena como energía potencial en un contrapeso 40, que proporciona un par casi constante, que cambia solo ligeramente debido a los efectos inerciales al desplazar y hacer girar partes del sistema. De este modo, la salida de potencia del convertidor de energía de las olas se puede mantener esencialmente constante, a pesar de variar los niveles de energía de las olas.

20 Lo común a la unidad de absorción de energía 100, la unidad de acumulación de energía 200 y la unidad de generación de potencia 300 es que comprenden componentes hidráulicos, tales como bombas/motores hidráulicos, válvulas antirretorno hidráulicas, conductos para fluido hidráulico, etc. Esto se muestra en la figura 2, que es un diagrama más detallado de la toma de potencia hidráulica en un convertidor de energía de las olas mostrado en la figura 1. Así, la unidad de absorción de energía 100 comprende una bomba hidráulica 110, en este caso una bomba
25 bidireccional, que está conectada a medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio. En esta realización, estos medios son un tambor de anclaje 120 mediante un primer eje de tambor de anclaje 122 de interconexión. El tambor de anclaje 120 está provisto también de un segundo eje de tambor de anclaje 124.

30 El tambor de anclaje 120 está conectado, durante el funcionamiento, a una cimentación inferior 30 mediante una línea de anclaje 32, p. ej., un cable de acero. Como alternativa, la fuerza motriz se puede crear con relación a alguna clase de objeto desplazable, tal como a un peso suspendido del tambor de anclaje 120.

El fluido hidráulico descrito en la presente memoria es, preferiblemente, aceite hidráulico.

35 La bomba hidráulica 110 está conectada en paralelo mediante conductos hidráulicos a una primera válvula de una vía o antirretorno hidráulica 130. Esta primera válvula antirretorno está dispuesta para permitir la circulación libre de fluido hidráulico en el sentido de las agujas del reloj, como se ve en la figura, a través de la bomba hidráulica 110 y la primera válvula de una vía 130.

40 La entrada de una segunda válvula antirretorno hidráulica 170 de la unidad de acumulación 200 está conectada a la bomba hidráulica 110 y a la salida de la primera válvula antirretorno 130 de la unidad de absorción 100 mediante un conducto hidráulico. La salida de la segunda válvula antirretorno 170 está conectada a un primer conjunto hidráulico de bomba/motor combinados 220 y a un dispositivo de alimentación de retorno en forma de un segundo conjunto hidráulico de bomba/motor combinados 180. El primer conjunto de bomba/motor 220 comprende un eje 222, que está conectado a un tambor de contrapeso 230. El mismo está conectado, a su vez, a un contrapeso 40 suspendido en el tambor de contrapeso 230 mediante una línea de contrapeso 42, tal como un cable de acero.

45 El segundo conjunto hidráulico de bomba/motor 180 está conectado mecánicamente al segundo eje de tambor de anclaje 124 a fin de funcionar como un motor de alimentación de retorno. Con este propósito, el segundo conjunto hidráulico de bomba/motor tiene un desplazamiento inferior en comparación con la bomba hidráulica 110. Esto permite que una fracción de la energía absorbida se use para la alimentación de retorno del tambor de anclaje 120. El desplazamiento del segundo conjunto hidráulico de bomba/motor 180 es sustancialmente menor en comparación con el desplazamiento de la bomba hidráulica 110 y, típicamente, del orden de diez veces menor en comparación con dicho desplazamiento de la bomba hidráulica 110.

50 La salida de la segunda válvula antirretorno 170, el primer conjunto hidráulico de motor/bomba 220 y el segundo conjunto hidráulico de motor/bomba 180 están conectados también a la unidad de generación de potencia 300 y, más específicamente, a la entrada de un motor hidráulico 310. Este motor hidráulico 310 está provisto de un eje de salida 312 conectado o conectable de modo operativo a un generador eléctrico 320, cuyas salidas están conectadas a la red eléctrica (no mostrada).

55 El funcionamiento del convertidor de energía de las olas de la figura 2 se explicará a continuación con detalle. En el movimiento ascendente de la ola, el fluido hidráulico circula en una dirección a través de la bomba hidráulica 110. La primera válvula antirretorno hidráulica 130 bloquea el flujo hacia el depósito de fluido hidráulico. La segunda válvula antirretorno hidráulica 170 permite que el fluido hidráulico entre en la toma de potencia hacia la siguiente parte del

- 5 sistema hidráulico, comprendida en la unidad de acumulación 200 y la unidad de generación de potencia 300. Cuando baja la ola, se invierte la dirección de flujo en la bomba hidráulica 110 y la primera válvula antirretorno hidráulica 130 y la segunda válvula antirretorno hidráulica 170 cambian de estado, permitiendo que el fluido hidráulico se haga circular desde la salida hasta la entrada de la bomba hidráulica 110, mientras que la segunda
- 10 5 válvula antirretorno hidráulica 170 bloquea el fluido hidráulico para que no refluya hacia dentro del sistema hidráulico de la unidad de absorción 100, conservando por ello la energía absorbida en el sistema.
- 15 Existe un estado de equilibrio entre el par contrarrestante en el generador 320 y el par motor del contrapeso 40, creando una presión estable y un flujo a través del motor hidráulico 310 en la unidad de generación de potencia 300. Cuando el flujo desde la unidad de absorción de energía 100 es mayor que el flujo a través del motor hidráulico 310,
- 20 10 el flujo en exceso pasa por el conjunto de bomba/motor 220 conectado al tambor de contrapeso 230 en la unidad de acumulación 200, que actúa como un motor y acciona el tambor de contrapeso 230 en una dirección que levanta el contrapeso 40, almacenando por ello la energía en exceso. Cuando el flujo desde la unidad de absorción de energía 100 es menor que el flujo a través del motor hidráulico 310 en la unidad de generación de potencia 300, el tambor de contrapeso 230 acciona, en cambio, el primer conjunto hidráulico de bomba/motor 220 como una bomba y, así, la
- 25 15 presión y el flujo a través del motor hidráulico 310 en la unidad de generación de potencia 300 se mantienen en un nivel uniforme a través del ciclo de olas completo, accionando así el generador 320 para producir una salida de potencia corregida a través del ciclo de olas completo.
- 30 Cuando se hunde la ola de agua, el segundo conjunto hidráulico de motor/bomba 180, que actúa como un motor para mantener tenso el cable de anclaje, invierte el tambor de anclaje. En el movimiento ascendente de las olas, el segundo conjunto hidráulico de motor/bomba 180 actúa como una bomba, añadiendo flujo al lado a alta presión del sistema.
- 35 Como una alternativa a proporcionar una alimentación de retorno del tambor de anclaje 120 con el segundo conjunto hidráulico de bomba/motor, se puede implementar la alimentación de retorno con cualquier tipo de fuerza elástica, tal como un muelle, un motor eléctrico, un peso, etc.
- 40 25 En la realización del convertidor de energía de las olas descrito anteriormente con referencia a la figura 2, la energía de las olas se absorbe solamente en un sentido de la dirección vertical de las olas, es decir, un cable está fijado al lecho marino y puede accionar solamente la toma de potencia en un movimiento ascendente de las olas. En una realización alternativa, mostrada en la figura 3, el convertidor de energía de las olas está dividido en dos partes: una parte que sigue el movimiento de las olas y otra parte que contrarresta el movimiento de las olas. El movimiento
- 45 30 relativo entre estas dos partes se puede usar para accionar la toma de potencia en ambos sentidos verticales, creando un accionamiento doble del sistema. La ventaja del accionamiento doble es que se duplica la velocidad de entrada media desde el tambor de anclaje, lo que significa que el par y la presión se reducen a la mitad con relación a la salida de potencia. El par/presión es un inductor de los costes principales para la toma de potencia, pudiendo conducir una reducción del par, por lo tanto, a ahorros en costes.
- 50 35 Esta segunda realización es, en la mayoría de los aspectos, idéntica a la primera realización descrita anteriormente con referencia a la figura 2. Así, la unidad de absorción de energía 100 comprende una bomba hidráulica 110, que está conectada a un tambor de anclaje 120 mediante un primer eje de tambor de anclaje 122 de interconexión. Sin embargo, el tambor de anclaje 120 no tiene que estar provisto de un segundo eje de tambor anclaje, como en la realización explicada anteriormente.
- 55 40 El tambor de anclaje 120 está conectado, durante el funcionamiento, a una cimentación inferior 30a mediante una línea de anclaje 32, p. ej., un cable de acero o una cuerda. A través de la misma línea de anclaje 32, el tambor de anclaje 120 está conectado también a una cimentación superior 30b, que está fijada a una distancia predeterminada de la cimentación inferior 30a. La cimentación superior 30b y la cimentación inferior 30a pueden estar comprendidas en la misma estructura o en estructuras independientes.
- 45 45 Alternativamente, la unidad de absorción 100, la unidad de acumulación 200 y la unidad de generación de potencia 300 están dispuestas en un nivel fijo y la cimentación inferior 30a y la cimentación superior 30b están dispuestas como boyas que siguen los movimientos verticales del agua a una distancia mutua esencialmente constante.
- 50 50 En esta realización, ya no se necesita el conjunto hidráulico de motor/bomba utilizado para la alimentación de retorno puesto que la línea de anclaje 32 está tensada. En vez de una válvula antirretorno hidráulica y un dispositivo de alimentación de retorno, un puente de válvula 140, que comprende cuatro válvulas antirretorno, está dispuesto paralelo a la bomba hidráulica 110. Esto significa que una unidad de absorción hidráulica 100 suministra presión y flujo hidráulico a la unidad de acumulación 200 y a la unidad de generación de potencia 300, con independencia del sentido de rotación del conjunto hidráulico de bomba/motor 110, es decir, tanto cuando las olas están subiendo como cuando se están hundiendo.
- 55 55 Como consecuencia de esto, no se necesita ninguna válvula antirretorno en la conexión a la unidad de acumulación 200. Así, esta unidad de acumulación 200 comprende un primer conjunto hidráulico de bomba/motor 220 con un eje 222, que está conectado a un tambor de contrapeso 230. El mismo está conectado, a su vez, a un contrapeso 40

suspendido en el tambor de contrapeso 230 mediante una línea de contrapeso 42, tal como un cable de acero o una cuerda.

5 El extremo de salida del puente de válvula 140 y el conjunto hidráulico de motor/bomba 220 están conectados a la entrada de un motor hidráulico 310. Este motor hidráulico 310 está provisto de un eje de salida 312 conectado de modo operativo a un generador eléctrico 320, cuyas salidas están conectadas a la red eléctrica (no mostrada).

El funcionamiento del convertidor de energía de las olas mostrado en la figura 3 es esencialmente el mismo que el funcionamiento del convertidor de energía de las olas de la figura 2. La bomba hidráulica 110 absorbe potencia y esta potencia se almacena en el contrapeso 40 o se convierte en energía eléctrica a través del motor hidráulico 310 y el generador eléctrico 320.

10 A fin de desacoplar la absorción de energía en el convertidor de energía de las olas, una válvula de 3/2 vías 150, también llamada válvula de derivación, puede volver a dirigir el flujo generado por la bomba de anclaje directamente de vuelta al depósito de fluido hidráulico.

15 Un convertidor de energía de las olas, con la posibilidad de desacoplamiento de la energía entrante, se describirá a continuación con referencia a la figura 4. Este convertidor es idéntico al convertidor de energía de las olas descrito anteriormente con referencia a la figura 2 añadiendo que una válvula de derivación 150 está situada en el lado de la unidad de absorción, hacia la segunda válvula antirretorno hidráulica 170, que impide que refluya fluido hidráulico desde la unidad de acumulación 200 y hasta la unidad de absorción 100. Cuando el convertidor de energía de las olas está en alimentación de retorno, la presión es muy baja en la unidad de absorción. La válvula de 3/2 vías se puede accionar, por lo tanto, durante situaciones a baja presión para minimizar el desgaste y la generación de calor.

20 La válvula de 3/2 vías se puede combinar también con una limitación de presión o una función de reducción de presión que limite la presión máxima en el sistema. Esto puede impedir daños si se inmoviliza el sistema o si las condiciones meteorológicas causan un momento de inercia másico demasiado alto en el sistema. Esto es equivalente a un embrague mecánico con transferencia de par limitada.

25 El mismo tipo de válvula de 3/2 vías se puede usar en el sistema de accionamiento doble de la figura 3, que entonces se complementa también con una válvula antirretorno 210 a fin de impedir que la energía almacenada escape a través de la válvula de 3/2 vías, cuando está en modo de derivación. Así, un convertidor de energía de las olas de doble accionamiento, con la posibilidad de desacoplamiento de la energía entrante, se describirá a continuación con referencia a la figura 5. Este convertidor es idéntico al convertidor descrito anteriormente con referencia a la figura 3 añadiendo que una válvula de derivación 150 y una válvula antirretorno 210 están situadas en el lado de la unidad de absorción, entre la salida del puente de válvula 140 y la unidad de acumulación 200.

30 A fin de retener el contrapeso, cuando el generador no está en funcionamiento, se requiere un freno hidráulico. En un sistema hidráulico, se prevé una válvula de 2/2 vías que puede bloquear el flujo hacia el generador. Las válvulas de 2/2 vías se pueden usar también para bloquear el flujo desde cada tambor en el sistema, a usar como frenos de servicio. En otras palabras, para permitir la liberación de presión en la parte principal del sistema hidráulico durante el servicio y el mantenimiento. A fin de liberar completamente presión para todo el sistema, el contrapeso debe estar asegurado a la boya o a un buque de servicio, o ser bajado hasta el fondo marino.

Un convertidor de energía de las olas, con la posibilidad de frenar, se describirá a continuación con referencia a la figura 6. Este convertidor es idéntico al convertidor descrito anteriormente con referencia a la figura 2 añadiendo que una válvula de 2/2 330 está situada en conexión a la entrada del motor hidráulico 310.

40 Como una alternativa a un tambor para el contrapeso, se puede usar, por supuesto, una rueda para una cadena o una barra dentada o cualquier otro medio para convertir el movimiento vertical entre los dos cuerpos en un movimiento rotatorio.

45 En el convertidor de energía de las olas descrito en la presente memoria, el contrapeso se usa como un acumulador de par constante y la salida de potencia desde el sistema está controlada por el estado de equilibrio entre el par motor del contrapeso y el par contrarrestante del generador eléctrico. El par contrarrestante en un generador eléctrico depende de la velocidad o la diferencia de fase y el acoplamiento magnético entre rotor y estátor. Con un coeficiente de amortiguación fijo en el generador, la velocidad aumentará o disminuirá hasta que el par contrarrestante del generador coincida con el par motor desde el contrapeso, donde la velocidad está estabilizada y, por ello, también la salida de potencia. El control del coeficiente de amortiguación se puede usar, de este modo, para controlar la velocidad del generador y, por ello, la salida de potencia, independientemente de la energía absorbida, y con una carga de par en el sistema que solo cambia ligeramente debido al momento de inercia másico en el sistema. Diferentes generadores eléctricos usan diferentes técnicas para controlar el coeficiente de amortiguación, pero se puede controlar para todos los tipos de generadores, por ejemplo ajustando la corriente de campo, las diferentes velocidades de anclaje y del rotor o las diferentes fases de anclaje y del rotor.

55 Cuando se absorbe momentáneamente más energía en el sistema en comparación con la potencia de salida del generador eléctrico, la energía en exceso se almacena en el contrapeso como energía potencial, es decir, se levanta el contrapeso. Cuando se absorbe momentáneamente menos energía en el sistema en comparación con la salida

del generador, la energía almacenada en el contrapeso se usa para crear un accionamiento continuo del generador. La salida de potencia es estable a través del ciclo de olas completo, independientemente de la potencia de entrada intermitente y altamente fluctuante procedente de las olas. El contrapeso subirá y bajará para compensar las fluctuaciones en el espectro de olas.

- 5 Cuando, durante un período de tiempo, se absorbe más energía que la generada en el sistema, el contrapeso se moverá con una tendencia hacia arriba, y viceversa. Sin embargo, la salida de potencia se controla para que concuerde con el nivel medio de energía entrante sobre un marco temporal adecuado ajustando el coeficiente de amortiguación en el generador de manera que la potencia de salida desde dicho generador coincida con el nivel medio de potencia de entrada procedente de las olas. Esto permite mantener la posición media del contrapeso, al tiempo que se proporciona una salida de potencia estable que coincide con la situación actual de las olas, definida a menudo por la altura significativa de la ola o Hs.

Los conjuntos hidráulicos de motor/bomba utilizados en la unidad de absorción de energía 100, la unidad de acumulación de energía 200 y la unidad de generación de potencia 300 pueden comprender un desplazamiento variable para permitir unas capacidades de ajuste adicionales de la toma de potencia.

- 15 En vez de desacoplar completamente la absorción de energía con la válvula de derivación 150 mostrada en la figura 4, la captación de energía se puede reducir, en cambio, bajando el desplazamiento del conjunto hidráulico de motor/bomba 110 en la unidad de absorción de energía 100.

- 20 El desplazamiento del conjunto hidráulico de motor/bomba 110 se puede usar también para variar el efecto de amortiguación que la toma de potencia tiene sobre la boya. El ajuste de la amortiguación en la toma de potencia se puede usar para optimizar la captación de energía en diferentes estados del mar, p. ej., optimizando la respuesta de subida y bajada de la boya. Para una cierta frecuencia de olas, la combinación óptima de desplazamiento y amortiguación proporciona el flujo hidráulico más alto hacia dentro de la toma de potencia y, por ello, la captación de energía más alta. Una amortiguación demasiado alta o demasiado baja reduce la respuesta de subida y bajada de la boya. Esto se denomina, a veces, ajustar la toma de potencia para encontrar la resonancia a la frecuencia de olas.

- 25 Un desplazamiento variable del conjunto hidráulico de motor/bomba 220 en la unidad de acumulación de energía 200 se puede usar para reducir la velocidad de movimiento del contrapeso en condiciones severas del mar, y para reducir las cargas pico causadas por la inercia en el contrapeso 40. Al ajustar el desplazamiento en el conjunto hidráulico de motor/bomba 220 se varía también la presión hidráulica proporcionada por el contrapeso, que tiene también, a su vez, un impacto sobre el efecto de amortiguación que la toma de potencia tiene sobre la boya.

- 30 Un desplazamiento variable del motor hidráulico 310 en la unidad de generación de potencia 300 se puede usar para ajustar el par/rpm del generador, y para tomar valores tan altos como sea posible sin el riesgo de sobrecargar el generador debido a las fluctuaciones causadas por el efecto inercial en las partes móviles y rotatorias del sistema. Al ajustar el par en el generador se puede mejorar el rendimiento y la salida de potencia máxima del generador posiblemente sin sobrecargar dicho generador.

- 35 La toma de potencia descrita en la presente memoria se puede implementar en muchos tipos diferentes de sistemas convertidores de energía de las olas. El flujo de entrada se puede generar a partir de una bomba hidráulica, como se muestra en las figuras 2 y 3, un cilindro hidráulico o cualquier otro medio de crear un flujo hidráulico hacia dentro de la toma de potencia.

- 40 La toma de potencia puede estar situada en el interior de una boya que sigue los movimientos del agua en la superficie. La toma de potencia puede estar situada también por debajo, en o por encima de la superficie del agua en una estructura, típicamente, la estructura está fijada al fondo marino, a una placa de subida y bajada o a un gran cuerpo másico, dispuesto para contrarrestar los movimientos de cualquier clase de dispositivo que usa el movimiento de las olas para crear movimientos con relación a la estructura contrarrestante, típicamente una boya, un cuerpo sumergido o una placa.

- 45 La ventaja principal con la toma de potencia descrita, con capacidades de corrección de potencia, es una carga mecánica y eléctrica estable en el sistema, con un par/presión pico en la toma de potencia y una potencia pico en el generador muy bajos en comparación con otras tomas de potencia. El sistema reduce también el intervalo de trabajo para el generador, lo que lleva a un rendimiento y una utilización más altos de la electrónica de potencia, y a menos generación de calor. Otras ventajas son que el sistema puede limitar la absorción de energía, mientras que se mantiene la potencia nominal al desacoplarse temporalmente de la energía entrante y el sistema se puede poner en parada completa, lo que no es posible con otras tecnologías de contrapesos sin detener el movimiento de la boya.

Se han descrito las realizaciones preferidas de un convertidor de energía de las olas. Se apreciará que las mismas se pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas sin salirse de la idea inventiva.

- 55 Aunque el generador eléctrico se ha descrito como dispuesto sobre el cuerpo flotante, se aprecia que puede estar dispuesto a cierta distancia del propio convertidor de energía de las olas, tal como en el lecho marino o en la orilla.

REIVINDICACIONES

1. Un convertidor de energía de las olas (10), que comprende:
una unidad de absorción de energía (100) dispuesta para absorber la energía generada por los movimientos del agua, cuando el convertidor de energía de las olas está dispuesto en un volumen de agua,
- 5 una unidad de acumulación de energía (200) conectada a la unidad de absorción de energía (100), y
una unidad de generación de potencia (300) conectada a la unidad de absorción de energía (100),
en donde la unidad de absorción de energía (100), la unidad de acumulación de energía (200) y la unidad de generación de potencia (300) están dispuestas en un cuerpo flotante (20),
en donde la unidad de acumulación de energía (200) está dispuesta para acumular energía procedente de la unidad de absorción de energía (100), cuando la unidad de absorción de energía absorbe más energía que la que genera la unidad de generación de potencia (300), y para disipar energía hacia la unidad de generación de potencia (300), cuando la unidad de absorción de energía absorbe menos energía que la que genera la unidad de generación de potencia (300),
caracterizado por que
- 15 la unidad de absorción de energía (100) comprende una bomba hidráulica (110) conectada a medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, la unidad de acumulación de energía (200) comprende un primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (220) que está conectado de modo operativo a un contrapeso (40) para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio, y la unidad de generación de potencia (300) comprende un motor hidráulico (310) que puede conectarse a un generador eléctrico (320),
- 20 en donde la bomba hidráulica (110), el primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (220) y el motor hidráulico (310) están conectados entre sí mediante un conducto hidráulico.
2. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 1, en donde la bomba hidráulica (110) es una bomba hidráulica bidireccional.
3. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 1 o 2, en donde los medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio pueden conectarse a una cimentación (30).
- 25 4. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde los medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio son un tambor (120).
5. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 4, en donde el tambor (120) está conectado, durante el funcionamiento, a una cimentación inferior (30a) y, también, a una cimentación superior (30b), que está fijada a una distancia predeterminada de la cimentación inferior (30a).
- 30 6. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende un dispositivo de alimentación de retorno (180) conectado mecánicamente a los medios para convertir el movimiento vertical en un movimiento rotatorio (120).
7. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 6, en donde el dispositivo de alimentación de retorno es un segundo conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (180) que está conectado hidráulicamente al primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (220).
- 35 8. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 7, en donde el desplazamiento del segundo conjunto hidráulico de bomba/motor (180) es sustancialmente menor en comparación con el desplazamiento de la bomba hidráulica (110).
9. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que comprende una primera válvula antirretorno (130) conectada en paralelo con la bomba hidráulica (110).
10. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende una segunda válvula antirretorno (170), cuya entrada está conectada a la bomba hidráulica (110) y cuya salida está conectada al primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (220).
- 45 11. El convertidor de energía de las olas según la reivindicación 10, que comprende una válvula de 3/2 (150) situada en el lado de la unidad de absorción hacia la segunda válvula antirretorno hidráulica (170) que impide que refluya fluido hidráulico desde la unidad de acumulación (200) y hasta la unidad de absorción (100).
12. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende un puente de válvula (140) dispuesto paralelo a la bomba hidráulica (110).

13. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, que comprende una válvula de 2/2 (160) conectada a la entrada del motor hidráulico (310).

14. El convertidor de energía de las olas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en donde al menos uno de la bomba hidráulica (110), el primer conjunto hidráulico de bomba y motor combinados (220) y el motor hidráulico (310) tiene desplazamiento variable.

5

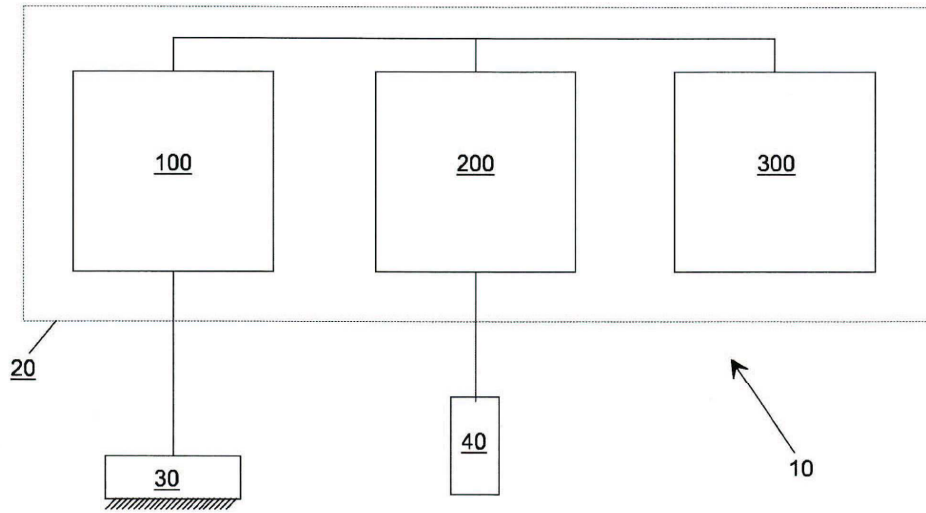


Fig. 1

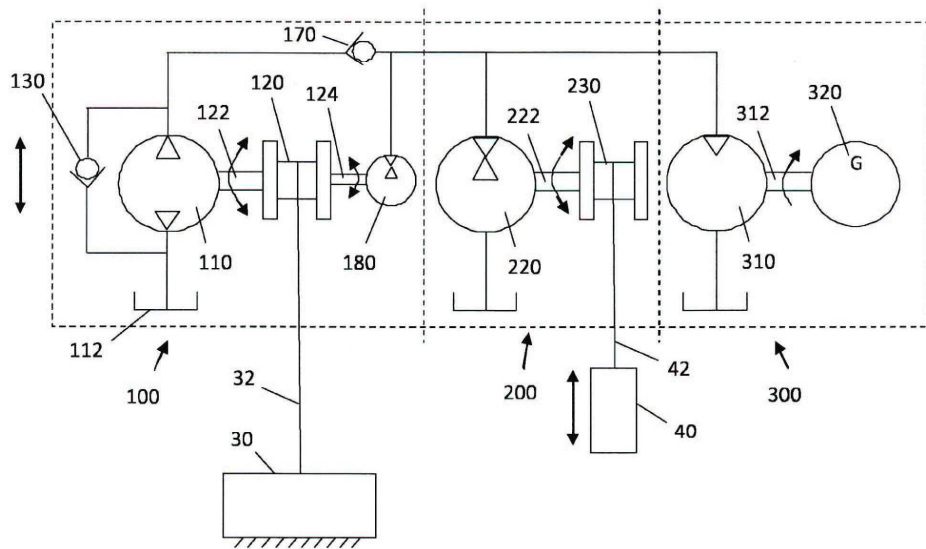


Fig. 2

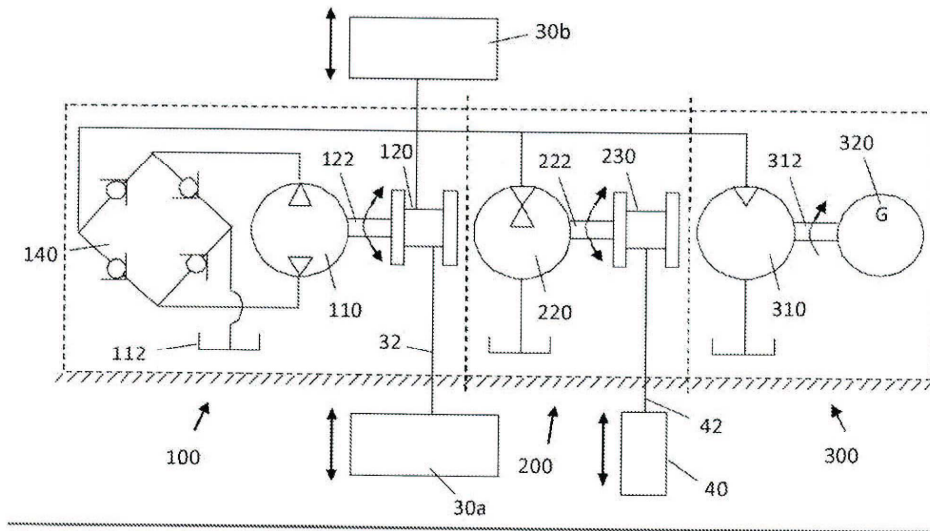


Fig. 3

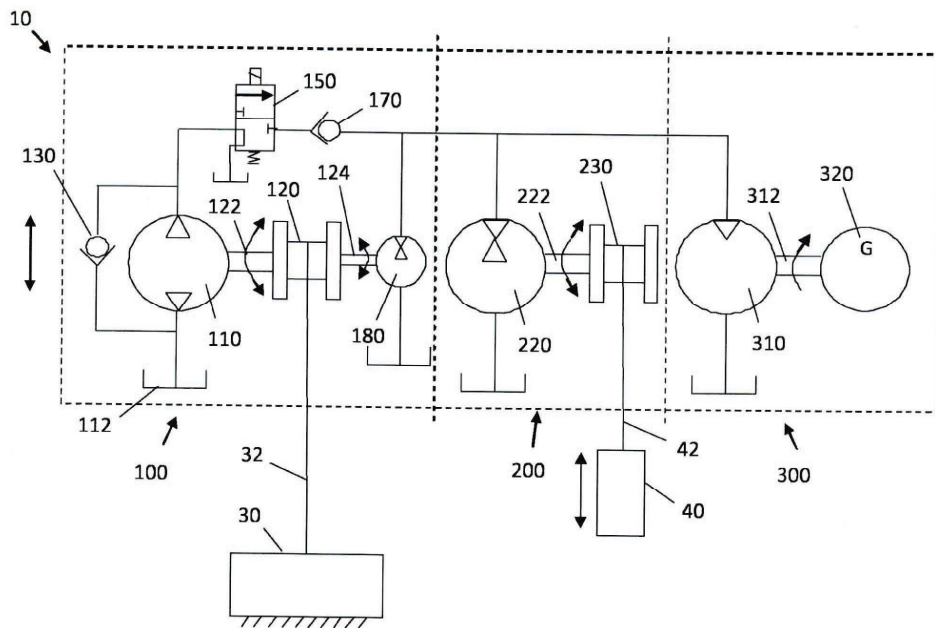


Fig. 4

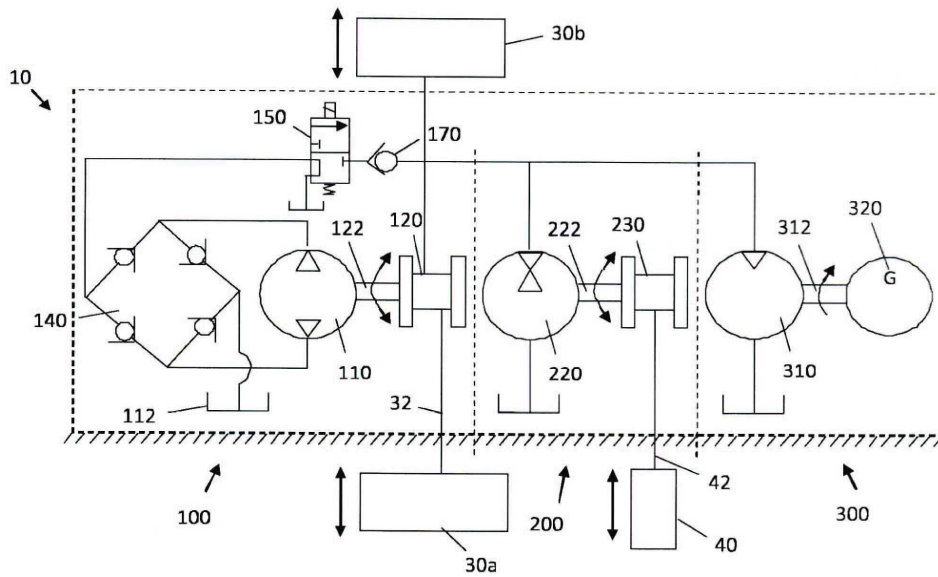


Fig. 5

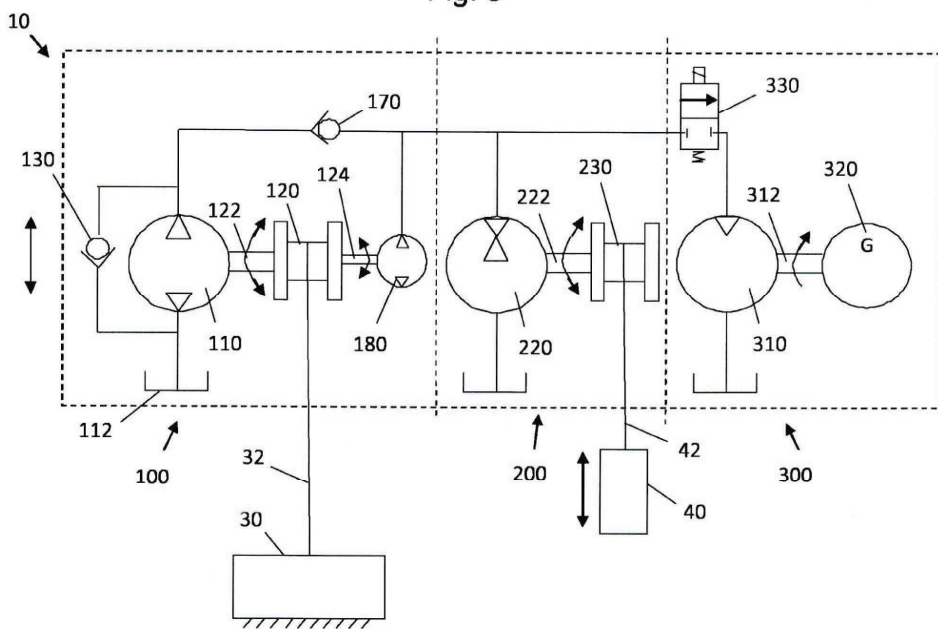


Fig. 6

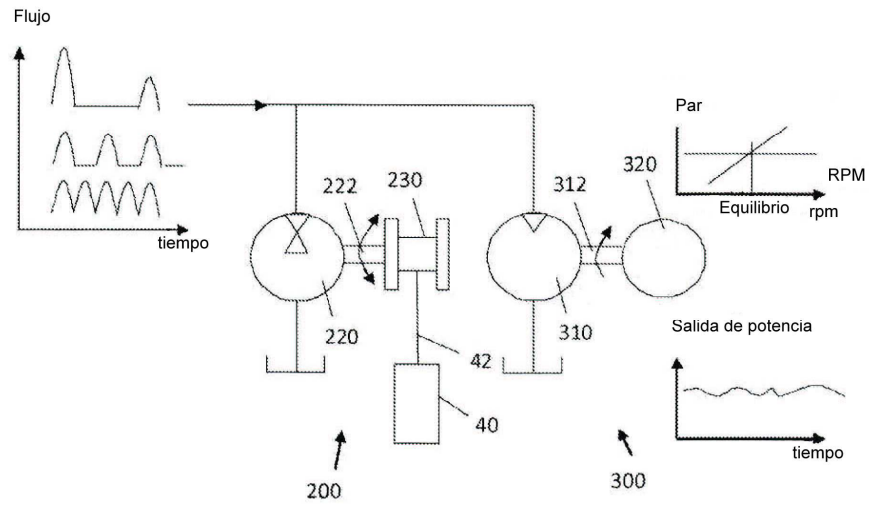


Fig. 7