

Señor Director

NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente 15287703

Asunto: Solicitud de patente para: *“SISTEMA HIDRONEUMÁTICO QUE APROVECHA LAS FUERZAS DE GRAVEDAD TERRESTRE Y DE EMPUJE PARA CREAR UN MOVIMIENTO RECIPROCANTE”*

Solicitante: MARCO ANTONIO RUEDA RINCON

Fecha de solicitud: 02 de diciembre de 2015

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

ANDRES RINCON USCATEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado del solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 5390, notificado por fijación en lista el 17 de abril de 2017.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad apporto un Capítulo Reivindicatorio modificado conformado por 20 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. El pliego reivindicatorio ha sido reestructurado de la siguiente manera: i) las nuevas reivindicaciones 1 a 6 describen la modalidad de la unidad reciprocante con cuerpos boyantes que se desplazan libremente; ii) las nuevas reivindicaciones 7 a 19 describen la modalidad de la unidad reciprocante con cuerpos boyantes que se desplazan dentro de ductos tipo camisa; y iii) la nueva reivindicación 20 describe un sistema hidroneumático que comprende el acoplamiento de varias (dos o más) unidades reciprocantes.

“EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS”

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Código Postal 110221 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 42 A No. 1 - 25 - Torre 4 - Oficina 303 - Código Postal 050021 - Tel: (57-4) 520 4760 - COLOMBIA
BARRANQUILLA - Calle 64 No. 50-22 - Código Postal 080002 - Barrio El Prado - Tel. (57-5) 3 51 64 40 - COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

2. Teniendo en cuenta lo anterior, la nueva reivindicación independiente 1 menciona: *“Sistema hidroneumático reciprocante caracterizado por una unidad reciprocante conformada con cuerpos boyantes que se desplazan libremente la cual comprende: a) una pareja de cuerpos boyantes (1) de densidad variable que se fijan y esclavizan a los extremos opuestos de una cadena sin fin (25); b) una pareja de piñones motrices “tipo libre” (52) que se instalan inversamente en sendos ejes, uno superior (53) y otro inferior (54); y c) una cadena sinfín (25) que entrelaza la pareja de piñones y forma un circuito cerrado con dichos piñones.”*

3. Asimismo, la nueva reivindicación independiente 7 menciona: *“Sistema hidroneumático reciprocante caracterizado por una unidad reciprocante conformada con cuerpos boyantes que se desplazan dentro de ductos tipo camisa, que comprende: a) Una pareja de cuerpos boyantes tipo pistón (1) de densidad variable que se fijan y esclavizan a los extremos opuestos de un sistema de amarre (10); b) piñones, poleas o engranajes (45) que invierten el sentido del movimiento de los cuerpos boyantes, los cuales hacen parte de la unidad reciprocante.”*

4. Finalmente, la nueva reivindicación independiente 20 menciona: *“Un Sistema hidroneumático reciprocante que comprende: a) dos o más unidades reciprocantes de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 montadas en paralelo sobre dos ejes paralelos, uno superior (53) y otro inferior (54); y b) piñones inversores de giro (56).*

Estas modificaciones se ajustan al Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

A pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representado no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud.

II. MODIFICACIONES A LA DESCRIPCIÓN

En respuesta al examen de patentabilidad aportó un capítulo descriptivo modificado con fines aclaratorios en el cual se ha corregido la descripción de las figuras 1 a 3 de la siguiente manera:

Figura 1: Vista superior y corte en elevación de un cuerpo boyante tipo pistón,

Figura 2: Vista superior y corte en elevación de un cuerpo boyante con guías, y

Figura 3: Vista frontal, lateral y superior de un pistón tipo válvula mariposa.

Estas modificaciones se ajustan al Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

III. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD DEL TITULO

Con respecto a la objeción del examinador en contra del título de la solicitud, se desea poner de presente que es deseo del solicitante modificarlo como sigue: *“SISTEMA HIDRONEUMÁTICO QUE APROVECHA LAS FUERZAS DE GRAVEDAD TERRESTRE Y DE EMPUJE PARA CREAR UN MOVIMIENTO RECIPROCANTE”*. Teniendo en cuenta esto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

IV. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD DE LAS REIVINDICACIONES

1. Con respecto a la objeción del examinador en contra de las reivindicaciones 1, 2, 4 y 5 según la cual estas no son claras porque reclaman una lista de partes, se desea poner de presente que las mismas han sido modificadas de modo que ahora se establecen en una manera más clara la interacción de los elementos reclamados al interior del sistema. Teniendo en cuenta esto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

2. Con respecto a la objeción del examinador en contra de la reivindicación 1 según la cual esta no es clara por incluir el término *“o más”*, se desea poner de presente que dicho término ya no se encuentra incluido en la nueva reivindicación 1. Teniendo en cuenta esto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

3. Con respecto a la objeción del examinador en contra de las reivindicaciones 4 y 5 según la cual esta contiene las frases *“soportes de amarre”* y *“mecanismos de rotación”*, las cuales son consideradas de carácter general, se desea poner de presentes que dichas expresiones ya no se encuentran incluidas en el nuevo capítulo reivindicatorio presentado. Por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

4. Con respecto a la objeción del examinador en contra de las reivindicaciones 2 y 3 según la cual estas son imprecisas por comprender los fragmentos *“que se mueve a lo*

largo de las paredes internas del cuerpo del batiscafo”, “(...) para centrar el tornillo y facilitar su giro”, y “(...) para la carga del gas o para el traspaso de este de una cámara a otra”, los cuales son considerados funcionalidades, se desea poner de presente que dichos fragmentos fueron eliminados del pliego reivindicatorio. En consecuencia, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

5. Con respecto a la objeción del examinador en contra de la reivindicación 9 (nueva reivindicación 20) según la cual esta es imprecisa por contener una falsa dependencia, se desea resaltar que el *“INSTRUCTIVO EXAMEN DE SOLICITUDES DE PATENTES DE INVENCION Y MODELO DE UTILIDAD”* de su Despacho define las falsas dependencias en el punto 2.6.4.3:

“La relación que existe entre reivindicaciones no es siempre de dependencia. Si una reivindicación se refiere a otra, pero no depende de ella, se considera que hay una ‘falsa dependencia’”

De lo anterior, puede notarse que dicho instructivo de hecho avala la presencia de falsas dependencias en las reivindicaciones, que corresponden simplemente a una definición de la relación entre reivindicaciones que no implica necesariamente una dependencia, sino una mención de las características definidas en una reivindicación previa.

Puede notarse además que las falsas dependencias ayudan considerablemente a que las reivindicaciones sean concisas, al evitar la repetición de características técnicas previamente definidas, y denotan claramente los grupos de características que pueden definir la unidad de invención entre reivindicaciones. Teniendo en cuenta lo anterior, la objeción formulada a este respecto se ve superada.

6. Con respecto a la sugerencia del examinador de incluir los números de referencia, se desea poner de presente que estos fueron añadidos a las reivindicaciones en concordancia con la numeración empleada en la descripción y los dibujos. Por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se ve superada.

V. ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador determinó 2 documento(s) como relevante(s) para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

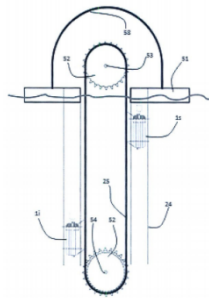
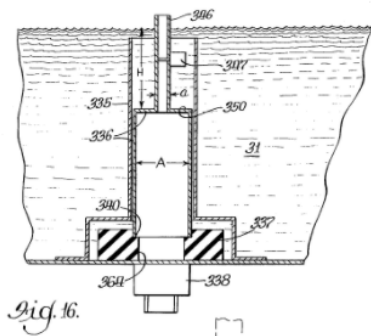
1. D1, referido al documento US 3'961,479 titulado "*Energy converting hydraulic buoyant motor*" que se relaciona con un motor hidráulico para la conversión de la energía potencial de una reserva de agua en energía mecánica o eléctrica y la utilización de un pistón alternativo.
2. D2, referido al documento US 2011/162356 titulado "*Rotational gravity/buoyancy power generator*" que se relaciona con un generador de energía gravedad/flotabilidad de rotación que se refiere a la generación de energía mediante el aprovechamiento de las fuerzas gravitatorias y boyantes.

VI. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NOVEDAD

1. En primer lugar, con respecto a la nueva reivindicación 1 dirigida a la unidad reciprocante con cuerpos boyantes que se desplazan libremente, se pone de presente que la invención de D1 cuenta con apenas un ducto para aire y un pistón (el cual no tiene guarniciones, o-ring o empaques, para que se comporte como pistón, ni se desplaza por un ducto tipo cilindro o camisa), lo cual difiere de la configuración del sistema hidráulico reciprocante de la presente solicitud. Lo anterior considerando que el arreglo de elementos de la invención comprende una pareja de cuerpos boyantes, lo cual es contrario a la modalidad descrita en D1, donde se emplea únicamente un cuerpo boyante que denominan pistón. Con un solo cuerpo boyante como el descrito en D1, no se asegura que la velocidad de ascenso sea igual a la de descenso. El cuerpo boyante nunca se sumerge en el agua, sino que siempre permanece flotando, lo que lo hace bajar es el cambio del nivel del líquido. Asimismo, lo anterior implica además que D1 no divulga una cadena sinfín sujeta a dos piñones motrices "*tipo libre*", la cual a su vez se encuentre sujeta a los dos cuerpos boyantes. Por lo anterior, se concluye que dicha anterioridad no anticipa por completo todos y cada uno de los elementos descritos ahora en la reivindicación 1, así como su configuración particular.

DOCUMENTO D1

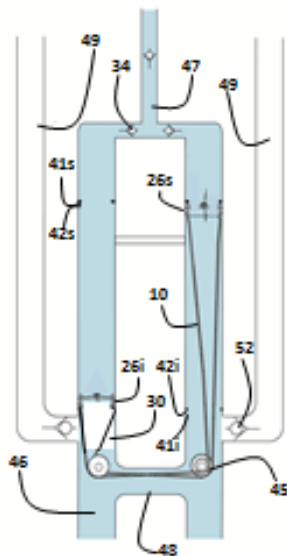
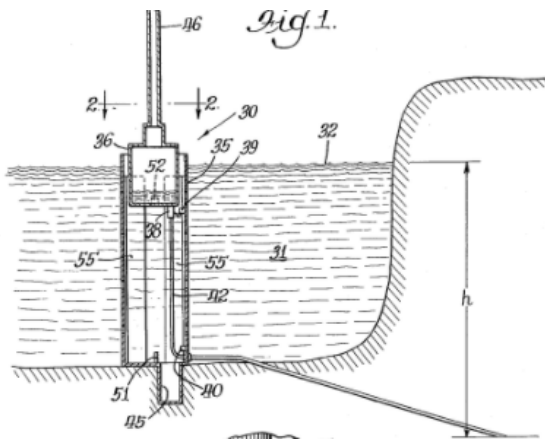
UNIDAD RECIPROCANTE CON CUERPOS
BOYANTES QUE SE DESPLAZAN LIBREMENTE
(REIVINDICACIONES 1 A 6)



2. Ahora bien, con respecto a la nueva reivindicación 7, dirigida a una unidad reciprocante conformada con cuerpos boyantes que se desplazan dentro de ductos tipo cilindro o camisa, se pone de presente que al igual que para la modalidad anterior, se evidencia claramente que el sistema de D1 no menciona o sugiere el uso de un sistema con dos cuerpos boyantes. Asimismo, no existe una descripción en dicho documento de algún elemento similar al sistema de amarre al que van sujetos dichos cuerpos boyantes. Teniendo en cuenta esto, se concluye de igual manera que D1 no es una anterioridad que anticipe todas y cada una de las características de la unidad ahora descrita en la reivindicación 7, ni la configuración particular de sus elementos, por lo que esta debe ser considerada novedosa.

DOCUMENTO D1

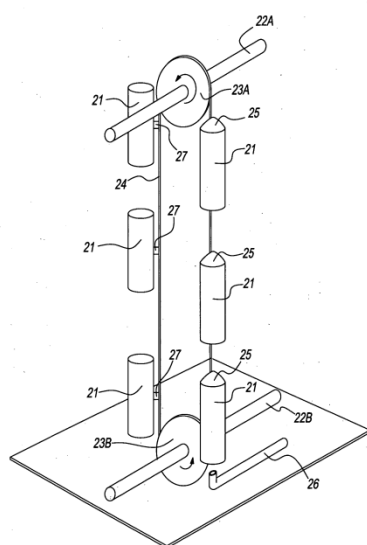
UNIDAD RECIPROCANTE CON CUERPOS
BOYANTES QUE SE DESPLAZAN DENTRO DE
DUCTOS (REIVINDICACIONES 7 A 19)



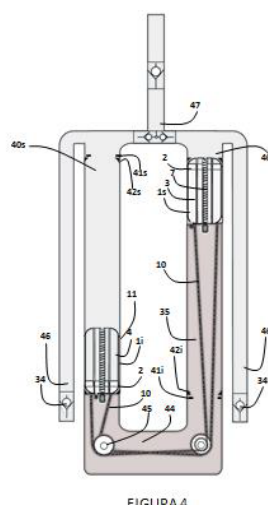
3. Asimismo, con respecto a la divulgación del documento D2 y la modalidad de la reivindicación 1, se pone de presente que si bien dicho documento menciona el uso de piñones dentro del sistema, no sugiere ni anticipa que los piñones utilizados sean de tipo libre, ni se infiere porque el movimiento divulgado en D2 es rotacional y no reciprocante. Por lo tanto, es evidente que existen varias diferencias entre dicho sistema y la presente invención, lo cual es suficiente para que la novedad de esta última sea reconocida.

4. Por otra parte, con respecto a la divulgación del documento D2 y la modalidad de la reivindicación 7, cabe señalar que dicha anterioridad no menciona el sistema de amarre en cuyos extremos se sujetan los cuerpos boyantes. Se pone de presente particularmente que el estar los cuerpos boyantes sujetos a los extremos de dicho sistema de amarre, implica que este no constituye un sistema cerrado como si lo es la cadena descrita en D2. Lo anterior se evidencia fácilmente en la comparación de las figuras mostradas a continuación:

DOCUMENTO D2



**UNIDAD RECIPROCANTE CON CUERPOS
BOYANTES QUE SE DESPLAZAN DENTRO DE
DUCTOS (REIVINDICACIONES 7 A 19)**



5. De igual manera, se pone de presente que el sistema hidroneumático de la nueva reivindicación 20 comprende los sistemas mencionados anteriormente con sus diferencias, por lo que debe considerarse también novedoso sobre las enseñanzas de las divulgaciones de D1 y D2.

6. Teniendo en cuenta los puntos anteriores, es evidente que el sistema hidroneumático reciprocante de la presente solicitud es novedoso bajo las enseñanzas de los documentos D1 y D2. Esto teniendo en cuenta que ninguno de dichos documentos divulga en su totalidad las características esenciales de la invención.

VII. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, solicito proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.
2. Subsidiariamente, en caso de que su despacho considere que la modificación introducida al pliego amerita revisión adicional, solicito un segundo examen de patentabilidad de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 2 de la Resolución 3719 de 02 de febrero de 2016, para lo cual realizo el pago de tasa correspondiente.

VIII. ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio modificado conformado por 20 reivindicaciones;
2. Pago en línea por concepto de 10 reivindicaciones adicionales.
3. Pago en línea por concepto de segundo examen de patentabilidad.
4. Descripción modificada.

Señor Director,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908

COLO-22079-0801-0001-7
CBA\CBA\ID-296140\WPC22079
No. M-2017-296140\CBA

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Sistema hidroneumático reciprocante caracterizado por una unidad reciprocante conformada con cuerpos boyantes que se desplazan libremente la cual comprende:
 - a. una pareja de cuerpos boyantes (1) de densidad variable que se fijan y esclavizan a los extremos opuestos de una cadena sin fin (25);
 - b. una pareja de piñones motrices “tipo libre” (52) que se instalan inversamente en sendos ejes, uno superior (53) y otro inferior (54); y
 - c. una cadena sin fin (25) que entrelaza la pareja de piñones y forma un circuito cerrado con dichos piñones.
2. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 1 que además comprende una estructura y guías (23, 24) deslizantes, para el desplazamiento de los cuerpos boyantes-.
3. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los cuerpos boyantes comprenden:
 - a. un cuerpo cilíndrico (5) con superficie interna bruñida;
 - b. un disco pistón (2) que divide el cuerpo cilíndrico internamente en dos cámaras, una cámara para un fluido gaseoso (3) y una cámara para un fluido líquido (4);
 - c. un tornillo sin fin (7) acoplado al disco pistón (2);
 - d. ejes pasantes (18) ubicados a lo largo y en el interior del cuerpo boyante, que atraviesan el disco pistón (2);

- e. una corona circular (12) con radios (13) centrados y perpendiculares a un buje tope (14) o rodamiento, localizada en la parte opuesta a la tapa del cuerpo cilíndrico, que soporta la cabeza (20) del tornillo sin fin (7);
 - f. un buje (15) o unos rodamientos en la tapa inferior del cuerpo boyante (15);
 - g. una cámara cerrada (3) para el gas, con niples (8),
 - h. argollas de sujeción a la cadena sinfín (9, 43);
 - i. una cámara abierta para el agua (4).
 - j. Guías (23) en el exterior del cuerpo cilíndrico para el desplazamiento del cuerpo boyante (5).
4. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 3 caracterizada porque la corona circular del cuerpo boyante se reemplaza por otra tapa convirtiendo la cámara abierta en otra cámara cerrada conformando dos cámaras cerradas y el tornillo sin fin se reemplaza por un vástago, en cuyo centro se acopla el disco pistón.
5. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 3 y 4 que además comprende una tubería flexible interconectada a niples de recarga (8).
6. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes que además comprende un motor de accionamiento (22).
7. Sistema hidroneumático reciprocante caracterizado por una unidad reciprocante conformada con cuerpos boyantes que se desplazan dentro de ductos tipo camisa que comprende:
- a. Una pareja de cuerpos boyantes tipo pistón (1) de densidad variable que se fijan y esclavizan a los extremos opuestos de un sistema de amarre (10);
 - b. piñones, poleas o engranajes (45) que invierten el sentido del movimiento de los cuerpos boyantes, los cuales hacen parte de la unidad reciprocante.
8. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 7, que además comprende un ducto (40) tipo camisa para cada uno de los cuerpos boyantes tipo pistón (1).
9. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 o 8, que además comprende mangueras o ductos para el intercambio de fluidos entre los dos cuerpos boyantes (1).

10. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 que además comprende guayas (10) en cuyos extremos se fijan y esclavizan los dos cuerpos boyantes tipo pistón (1).
11. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde los cuerpos boyantes tipo pistón comprenden:
 - a. un cuerpo cilíndrico (5) con superficie interna bruñida;
 - b. un disco pistón (2) que divide el cuerpo cilíndrico internamente en una cámara para un fluido gaseoso (3) y una cámara para un fluido líquido (4);
 - c. un tornillo sin fin (7) acoplado al disco pistón (2);
 - d. ejes pasantes (18) ubicados a lo largo y en el interior del cuerpo boyante, que atraviesan el disco pistón (2);
 - e. una corona circular (12) con radios (13) centrados y perpendiculares a un buje tope (14) o rodamiento, localizada en la parte opuesta a la tapa del cuerpo cilíndrico, que soporta la cabeza (20) del tornillo sin fin (7);
 - f. un buje o unos rodamientos en la tapa inferior del cuerpo boyante (15);
 - g. una cámara cerrada (3) para el gas, con su niple (8),
 - h. argollas de sujeción (9, 43);
 - i. una cámara abierta para el agua (4);
 - j. anillos o empaques (11) en el exterior del cuerpo cilíndrico del cuerpo boyante (5).
12. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en donde los cuerpos boyantes son tipo válvula mariposa que comprende:
 - a. un cuerpo central con empaques (11) en la superficie exterior;
 - b. un disco interno (28); y
 - c. un eje (29) acoplado a un motor interno (38).
13. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 11 caracterizada porque la corona circular del cuerpo boyante se reemplaza por otra tapa convirtiendo la cámara abierta en otra cámara cerrada formando dos cámaras cerradas.
14. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 13 que además comprende una tubería flexible interconectada a niples de recarga (8).

15. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14 caracterizada porque los ductos tipo camisa (40) están interconectados formando un sistema de bombeo dual.

16. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 15, que además comprende:

- a. un lubricante (35), contenido en el interior de la interconexión (44, 36) de las camisas (40), entre los dos cuerpos boyantes tipo pistón (1);
- b. válvulas de no retorno (34) en los ductos de succión y descarga del fluido;
- c. ductos de succión (46) y descarga (47).

17. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14 caracterizada porque los ductos tipo camisa (40) no están interconectados, formando dos sistemas separados de bombeo o de compresión.

18. La unidad reciprocante de conformidad con la reivindicación 17, que además comprende:

- a. válvulas de no retorno (34) a la entrada y salida de los ductos de succión y descarga del fluido;
- b. ductos de succión (46) y descarga (47);
- c. lubricante en el interior de la interconexión de las camisas (40).

19. La unidad reciprocante de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 18, caracterizada porque el cuerpo boyante (1) no tiene disco pistón y además comprende:

- a. fluido gaseoso en la parte superior del interior de la cámara del cuerpo boyante y fluido líquido en su parte inferior; y
- b. bombas o compresores para la transferencia de los fluidos.

20. Un Sistema hidroneumático reciprocante que comprende:

- a. dos o más unidades reciprocantes de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19 montadas en paralelo sobre dos ejes paralelos, uno superior (53) y otro inferior (54); y

- b. piñones inversores de giro (56).

CBA\CBA\ID-495184\WPC22079

SISTEMA HIDRAULICO RECIPROCANTE

1. CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

El sistema pertenece al campo técnico de la hidráulica, particularmente se refiere a un sistema hidráulico y más específicamente a un sistema hidráulico que comprende pistones o cuerpos de densidad variable que se mueven para realizar un trabajo y/o producir energía eléctrica, neumática e hidráulica de manera amigable con el medio ambiente.

2. ESTADO DE LA TÉCNICA

Se han desarrollado fuentes y alternativas de energía no contaminante con el fin de reemplazar los hidrocarburos, el carbón y los materiales radioactivos en los procesos de generación eléctrica. Con este objetivo se han desarrollado sistemas de generación que utilizan la energía del sol, el viento, las mareas, el oleaje y fuerzas como el magnetismo, la flotabilidad y la gravedad terrestre. Sin embargo, ninguna de las tecnologías ya existentes está en la capacidad de competir con las grandes centrales de generación eléctrica. En particular el proceso de generación hidroeléctrica, que es el menos contaminante de los grandes sistemas de generación, utiliza flujos muy elevados de agua que lo hace vulnerable, cuando existe escasez de dicho recurso.

El dispositivo que se describe en la patente US2005188691 y que corresponde a un sistema y proceso que utiliza la energía de un gas confinado en un cuerpo, se limita a una sola cámara para almacenar el agua y/o el gas, la cual se mueve cuando se le suministra aire al final de la carrera inferior; aire que debe ser producido con energía externa al sistema. Aunque con un solo cuerpo de densidad variable se puede obtener un movimiento reciprocante, no se puede garantizar que la velocidad y la potencia de ascenso sean igual a la de descenso, lo que no permite aprovechar el tiempo de descenso, superior al 50% del ciclo, para realizar un trabajo. Entre más grande sea el cuerpo flotante más tiempo se pierde; entre más larga la carrera mayor presión de aire se requiere, porque la presión hidrostática aumenta con altura de la columna de agua. Los ductos y boquillas reducidos causan grandes pérdidas de presión.

La producción de aire tiene un costo adicional para el sistema y lo más probable es que se tengan que utilizar recursos naturales o energía de fósiles. Al llenar de agua la cámara del cuerpo flotante, no se garantiza que su peso sea un lastre suficiente para sumergirla a la misma velocidad de ascenso, porque su densidad aún lleno de agua, es similar a la de este fluido. Para que se sumerja, la densidad del cuerpo sólido (coraza exterior) que configura el cuerpo boyante, debe ser muy alta. En la misma proporción que se aumente el peso del

cuerpo se disminuye la fuerza neta de empuje, y por consiguiente la potencia de ascenso. No es un sustituto para generación eléctrica a gran escala por la baja potencia conseguida y por el consumo de agua.

El dispositivo descrito en la patente GB2340553, que corresponde a un sistema de bombeo con un flotador boyante, es una aplicación típica de energía mareomotriz y/o undimotriz, que trabajan con cambio del nivel del líquido. Si este sistema se lleva a la práctica, simulando las mareas u olas en tanques o contenedores localizados por fuera de reservorios, sobre un nivel de piso más alto, es necesario consumir agua. Para grandes aplicaciones el costo de la infraestructura sería oneroso, porque tendrían que construirse con resistencias muy elevadas para soportar las tensiones que producirían grandes fuerzas de empuje, las cuales terminarían desprendiendo la bomba. Los procesos de carga y descarga de agua serían muy lentos a través de ductos, boquillas o canales estrechos. Se trata de un flotador, más no de un pistón, de densidad variable que acciona una bomba reciprocante sumergible. Para que no se produzcan grandes tensiones sobre la base de la bomba, el pistón debe viajar libremente dentro de la misma. No es un sustituto para generación eléctrica a gran escala por el desperdicio de agua.

La planta de fuerza que se describe en la patente WO2014035267 consume agua y aire para el proceso de recarga del pistón. No tendría aplicaciones para grandes producciones de energía porque consume agua. El sistema de recarga de aire es muy lento porque es succionado de la atmósfera por el agua de drenaje, a través de ductos muy reducidos. Si se suministrara aire a presión para aumentar el rendimiento sería necesario producirlo por otro medio consumiendo energía. La velocidad del cuerpo flotante no se puede regular, porque tiene una cámara de volumen fijo y solo se puede reconfigurar al final de su carrera de ascenso y/o descenso. Es necesario frenar los pistones y mantenerlos parados mientras se recargan. Tal como se describe el sistema, es difícil sincronizar más de una pareja de pistones para obtener un movimiento continuo en la máquina.

La mayoría de los dispositivos analizados son máquinas teóricas, concebidas para realizar un trabajo o producir energía eléctrica, consumiendo agua que debe ser bombeada o suministrada por una fuente más elevada, que en la mayoría de los casos se descarga al ambiente, sin darle otro uso. Otros dispositivos consumen además aire, el cual tiene que ser producido con energía auxiliar externa. Los mecanismos configurados con cigüeñal y/o brazos como palancas acortan la carrera del cuerpo flotante, limitando el trabajo que puedan hacer en su ascenso, disminuyendo el rendimiento de la máquina y aumentando los consumos de recursos naturales en cada recarga del sistema. Todos los cuerpos flotantes están conformados por una sola cámara, la cual comparten alternadamente el aire y el agua. Ninguno de los sistemas se puede configurar para conseguir una velocidad de ascenso igual a la de descenso.

Aunque existen documentos de patentes que divulgan la generación de energía aprovechando las mismas fuerzas de flotación y de gravedad terrestre que utiliza el sistema hidráulico reciprocante autosuficiente de la presente invención, se desconoce la existencia de sistemas hidráulicos, que se puedan configurar como bombas, compresores o motores hidráulicos para ser utilizados en las múltiples aplicaciones agro industriales, incluida la generación eléctrica a gran escala, sin consumir recursos naturales, como el agua y sin contaminar el medio ambiente.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

El sistema hidráulico de la presente invención se encuentra caracterizado porque comprende:

- Pistones o cuerpos de densidad variable (boyantes) que intercambian su contenido interno entre agua, aire o un gas.
- Dos o más cuerpos boyantes tipo pistón, interconectados y desfasados entre sí, y configurados para que cuando uno ascienda el otro descienda.
- Sistema neumático que introduce aire a los pistones cuando éstos están en la parte inferior de la carrera, o mecanismos que expande y comprime un gas dentro de una cámara cerrada del cuerpo boyante.

A diferencia de los documentos mencionados, cuando el nuevo sistema reciprocante autosuficiente, se configura como una cápsula boyante tipo batiscafo, con cámara sellada de gases, no consume agua, aire ni recursos naturales. Además de esta ventaja, incorpora notables diferencias frente los sistemas que hoy se conocen y resuelve todos los inconvenientes antes mencionados.

Los cuerpos boyantes, de este nuevo sistema hidráulico reciprocante, difieren de los ya existentes, porque tienen cámaras independientes para el gas y para el agua, lo que permite que el aire y/o el gas se pueda manejar, comprimir y/o expandir dentro de su cámara independientemente, mientras el líquido o agua llena o desocupa simultáneamente otra cámara independiente. El batiscafo cuando tiene un motor incorporado, que viaja con él, puede regular su velocidad en cualquier punto de su carrera ascendente y descendente. Solo se recarga o se le hace vacío en la puesta en marcha de la planta.

El no consumir agua, ni recursos naturales, además de ser amigable con el medio ambiente, le da a este sistema la posibilidad de convertirse en la solución ideal para sustituir todos los grandes sistemas de generación eléctrica, como la térmica, nuclear, e incluso la generación hidroeléctrica convencional, con lo cual el agua que llega a los grandes embalses se puede utilizar para los distritos de riego, la ganadería y el consumo humano.

4. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

El fin de los dibujos es ilustrar las diferentes configuraciones tanto de los cuerpos flotantes sumergibles (pistones, cámaras submarinas), así como de los diferentes prototipos de sistemas hidráulicos reciprocantes.

Se presentan ocho figuras que hacen referencia al sistema hidráulico: tres de las cuales (1, 2 y 3) son prototipos del cuerpo boyante; tres (4, 5 y 6) hacen referencia sistemas hidráulicos en cilindros o ductos cerrados y dos (7 y 8) representan sistemas hidráulicos rotatorios.

Cada figura representa:

Figura 1. - Vista superior y corte en elevación de un cuerpo boyante tipo pistón.

Figura 2. - Vista superior y corte en elevación de un cuerpo boyante con guías.

Figura 3. - Vista frontal, lateral y superior de un pistón tipo válvula mariposa.

Figura 4. – Sistema hidráulico cerrado con ductos unidos por su parte inferior.

Figura 5. – Sistema hidráulico cerrado con ductos unidos por su parte superior.

Figura 6. – Sistema hidráulico cerrado con ductos independientes.

Figura 7. – Vista en perspectiva de un sistema hidráulico rotatorio.

Figura 8. – Vista lateral de un prototipo rotatorio para generación eléctrica.

5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El mecanismo motriz de este novedoso sistema hidráulico reciprocante, lo conforman dos cuerpos físicos boyantes, que al amarrarlos para hacerlos esclavo uno del otro, los obliga a moverse, al mismo tiempo y en sentido contrario en sendas columnas verticales de un líquido, por los principios y leyes de Arquímedes, Newton, Pascal y Boyle Mariotte.

Cuando los cuerpos boyantes se desplazan dentro de dos cilindros verticales, se convierten en pistones, su funcionamiento se asemeja al de las bombas reciprocantes, con la novedad que sus pistones no necesitan bielas ni palancas, y solo utilizan el empuje del fluido y la gravedad terrestre como fuerzas para conseguir un movimiento reciprocante sincronizado. Estas diferencias le permiten al pistón desarrollar grandes carreras, efecto que no es posible en los dispositivos ya existentes.

Cuando los cuerpos se desplazan libremente en la columna del líquido de un reservorio, guiados por una estructura o armadura vertical abierta, similar a un sistema de rieles guías de corredera para ascensores, la configuración del sistema hidráulico reciprocante se asemeja a la de los teleféricos y funciona por el principio de carga compensada.

El nuevo sistema hidráulico reciprocante utiliza la fuerza de empuje ejercida por el líquido, sobre el cuerpo boyante lleno de un gas, cuando este se encuentra sumergido; y la fuerza de gravedad para hacerlo descender cuando el cuerpo boyante se llena con el líquido. Al esclavizar dos cuerpos boyantes iguales, que se pueden reconfigurar para cambiar su densidad durante su carrera de ascenso y/o descenso, se logra un movimiento reciprocante y uniforme. La fuerza de flotación lo hace ascender y ayuda a la fuerza de gravedad para hacerlo descender.

Al atar los dos cuerpos, de la forma que se describirá más adelante, se garantiza que los dos cuerpos se mueven a la misma velocidad alternadamente, en sentido contrario y de manera sincronizada e ininterrumpida. Esto es posible porque la fuerza de empuje ejercida sobre el primer cuerpo en ascenso, de densidad mucho menor a la del líquido en que está sumergido, es suficiente para empujar a este en ascenso y sumergir el segundo cuerpo, de densidad un poco mayor (casi igual) a la del mismo líquido, con un bajísimo consumo de energía para sus mecanismos y componentes auxiliares, la cual puede ser suplida por la misma u otra máquina configurada con este prototipo de sistema reciprocante. Esta característica hace que el sistema sea versátil, auto sostenible e ideal para configurar sistemas productivos en cadena, alrededor de una mega máquina.

Los prototipos hidráulicos de conductos cerrados, son ideales para la producción de energía neumática e hidráulica y los prototipos hidráulicos de conductos abiertos, para configuración de motores. Lo óptimo es configurar procesos de producción en cadena, donde intervengan ambos sistemas.

El sistema es ideal para la recirculación, tratamiento y uso eficiente del agua; generación eléctrica, y aireación de aguas residuales y para otras aplicaciones, entre las cuales se encuentran:

- **Mega Equipos de bombeo** para almacenar y recircular agua en reservorios, con el fin suplir las necesidades del sector agropecuario e industrial; mitigar los efectos de intensos veranos e impulsar el desarrollo sostenible de actividades como la Piscicultura, generación eléctrica in situ y osmosis inversa.
- **Mega Máquinas de vacío** para deshidratación y conservación de alimentos, o para producción de agua potable.
- **Mega Compresores** de aire o gases para procesos de aireación en aguas residuales, procesos PSA, filtración molecular por membrana, etc.
- **Mega Motores** como sustituto de motores eléctricos, a combustibles o a propulsión a chorro (wáter jet) en las embarcaciones marítimas.

Como el sistema hidráulico reciprocante se puede configurar para que sus cuerpos boyantes se muevan dentro de un ducto con fluido o en la columna del líquido, sin necesidad de ducto, se pueden agrupar en dos categorías:

- **Sistemas de conductos cerrados:** que utilizan tubos o cilindros para el desplazamiento de los cuerpos boyantes como pistones.
- **Sistemas de conductos abiertos:** que utilizan guías de corredera para el desplazamiento de los cuerpos boyantes en la columna de agua.

Dentro de estos grupos se pueden configurar varios prototipos hidráulicos, que se diferencian por el tipo y forma de sus cuerpos flotantes, la manera como se enlazan, por la manera que se unen sus guías o por el trabajo que realizan.

Los sistemas de conductos cerrados, se caracterizan porque el cuerpo flotante se comporta como un pistón, que utiliza los conductos como cilindros para su desplazamiento y los sistemas de conductos abiertos porque el cuerpo flotante se comporta como vehículo de inmersión acuática, tipo submarino o batiscafo, que es obligado a seguir una trayectoria vertical dentro de una guía estructural.

La selección del prototipo de sistema hidráulico reciprocante, que se adapte a las necesidades particulares o empresariales, depende de muchos factores, donde la calidad del fluido y el tipo de energía o trabajo a producir, juegan un papel importante.

La construcción de un prototipo hidráulico reciprocante es muy simple, solo se necesita disponer de un reservorio de agua en tierra o almacenamiento en estructura reforzada elevada. Las tuberías, cadenas, guayas, cadenas, herrajes y accesorios son de fabricación estandarizada y los cuerpos boyantes son fáciles de construir. El arranque y operación de los sistemas que utilicen batiscafos con motor incorporado recargable, lo puede hacer un técnico con conocimientos básicos de hidráulica.

Para comprender mejor este sistema hidráulico reciprocante, se presentan ocho (8) dibujos donde aparecen los números de referencia de cada uno sus componentes básicos. Los mecanismos pueden hacer parte de uno o varios prototipos y los números que los identifican se relacionan más adelante en el cuadro de figuras y ejemplos.

El sistema también tiene los accesorios convencionales que requieren los equipos de bombeo, compresores y/o motores tradicionales, de los cuales se hacen referencias en algunos casos.

5.1. Partes principales del sistema

La configuración del sistema hidráulico reciprocante de la presente invención comprende mínimo las siguientes partes:

- Dos cuerpos boyantes
- Dos conductos o guías de los cuerpos boyantes
- Una caja estructural, de engranajes, de lubricación y/o de unión
- Sistemas de amarre de los cuerpos boyantes

5.1.1. Cuerpos Boyantes

Existen dos tipos de cuerpos boyantes o flotantes muy simples y fáciles de implementar. El primero se usa exclusivamente en los sistemas de conducto cerrado y el segundo tiene aplicación en los dos sistemas hidráulicos.

El cuerpo boyante, es la parte motriz y el elemento más importante del sistema hidráulico reciprocante. Se caracteriza porque puede cambiar su configuración para que su densidad sea mayor o menor a la del líquido en que se mueve.

Las figuras 1, 2 y 3 representan varias configuraciones posibles de los cuerpos, no siendo las únicas. En las figuras 4, 5, 6, 7 y 8 se muestran los dos cuerpos boyantes en sus posiciones extremas; (1i) en la parte inferior de la carrera de descenso y (1s), en la parte superior de la carrera de ascenso.

a) Cuerpo boyante tipo batiscafo

El cuerpo boyante puede ser una especie de batiscafo o cápsula cilíndrica que se caracteriza por tener dos cámaras separadas por un disco interno (2), semejante al de una jeringa hipodérmica. En la figura (1 y 2) se puede apreciar el batiscafo con su cámara de gas (3) y cámara de agua (4).

La coraza del batiscafo está compuesta por un cuerpo cilíndrico (5) con un fondo aerodinámico (6). Dentro del cilindro hay un disco (2), que hace las veces de tapa flotante de la cámara de gas y a la vez se convierte en fondo móvil de la cámara de agua. La superficie interna del cilindro debe ser bruñida para facilitar que el disco se desplace como un pistón.

El disco se mueve a lo largo de las paredes internas del cuerpo del batiscafo, guiado por un tornillo sin fin (7). El disco se desplaza, como un pistón para comprimir o expandir el gas dentro de una cámara sellada. Cuando el gas es comprimido se forma una cámara (4) que se llena de agua, la cual desaparece cuando el gas se expande. El fondo de la cámara de gas tiene un niple o apéndice (8) para la recarga del gas y los soportes de sujeción (9 y 43) para atar las cadenas, cuerdas o guayas de amarre de los dos batiscafo (10), para su desplazamiento en conductos abiertos o cerrados.

En la parte superior del cuerpo cilíndrico del batiscafo puede ir una corona circular (12) que sirve de tope al disco y a la vez de soporte para el tornillo sin fin. La corona circular puede tener radios (13), centrados en un buje tope (14) o rodamiento, en el cual gira la cabeza del (20) del tornillo sin fin (7). En la parte inferior del tornillo también puede ir un buje o rodamiento de rodillos cilíndricos de empuje (15) para centrar el tornillo y facilitar

su giro. Esta corona debe tener una forma aerodinámica para facilitar el desplazamiento del batiscafo

Se puede utilizar un fuelle que cubra todo el tornillo, o un sello hidráulico (16) lado acople al motor, para que el gas no se escape por los pasos del tornillo.

Para que el disco o plato se desplace por el cilindro y no gire junto con el tornillo se utilizan dos ejes pasantes (18), que tienen bujes guías (19), y que están soportados a la base y a los radios (21), los cuales pueden estar protegidos por fuelles o sellos hidráulicos (17).

El tornillo se puede accionar por un solo motor (22) esclavo al batiscafo, que se acopla directamente en la cabeza (20) o base del tornillo y que viaja con la cápsula, el cual se encarga de hacer girar el tornillo en ambos sentidos. El tornillo también puede ser accionado por dos motores independientes que se localizan en los extremos de las carreras ascendente y descendente del batiscafo. Cuando el motor viaja en el cuerpo boyante, este se puede accionar, en cualquier instante de la carrera, para controlar la velocidad del batiscafo.

Aunque el batiscafo se puede configurar con su cámara de agua y motor, por encima o por debajo, lo más conveniente es que tanto la cámara de agua y el motor se localicen por debajo para aprovechar la turbulencia del flujo de agua para refrigerar el motor y a la vez impulsar la cápsula con el chorro de agua que sale de esta cámara. Esta configuración es ideal para manejar agua con moderados sólidos suspendidos, porque estos tienen menos posibilidades de adherirse y rayar las paredes del cilindro del batiscafo. También nos permite instalar una red de compensación o traspaso del gas de la cámara de uno de los batiscafos a la de su homólogo, para minimizar la potencia de los motores que accionan el tornillo sin fin. Para este fin se utiliza una polea que va unida al piñón superior, por donde pasa una tubería flexible, (de pvc u otro material) que no se desfigure al pasar por la polea, la cual se se acopla a los apéndices o niples (8) de recarga de la cámara de gases. Con esta red de compensación o traspaso el gas que sale de una cámara pasa a la otra y la potencia de los motores disminuye.

El espesor de la pared de la coraza debe ser muy reducido, pero no tanto que se deforme con las presiones que se generan por la cabeza hidrostática. Un espesor muy grande puede hacer muy pesado el batiscafo, disminuyendo la eficiencia del sistema.

La cámara interna se puede llenar con un gas altamente compresible como el CO_2 , el cual se expande o se comprime, con el fin de hacer más liviano o pesado el batiscafo. Este gas no se descarga a la atmósfera. Esta cámara también puede estar al vacío.

Batiscafos para conductos cerrados

Cuando el batiscafo se desplaza dentro de ductos o cilindros figura (1), su superficie externa debe tener la contextura, la dimensión justa y la holgura necesaria, para que con sus empaques, o-ring (11) y/o anillos hagan un sello perfecto con los ductos. Los soportes de sujeción (43) van en el fondo (6).

Batiscafos para conductos abiertos.

Cuando el batiscafo se desplaza en un sistema de conductos abiertos, la superficie externa de esta carcasa, debe tener guías deslizantes (23) fig. (2), para que se mueva verticalmente dentro de la estructura (24) o guías correderas, atado a la cadena de transmisión (25) por sus soportes de sujeción (9).

b) Cuerpo boyante tipo válvula mariposa

La forma más simple de configurar un pistón es a partir de una válvula especial tipo mariposa, que al cerrarse se comporta como un tapón deslizante o pistón.

La figura (3) muestra el cuerpo cilíndrico (27) de la válvula-pistón (26), con sus anillos o-ring (11) o empaques en su cara exterior, un disco interno (28), con eje descentrado (29) que hace de mariposa; un mecanismo de rotación de la mariposa (30), y un sistema de amarre (10) de los pistones que los hace depender uno del otro. La figura (6) muestra estos pistones en sus extremos superior (26s) e inferior (26i).

Esta válvula se diferencia de las convencionales porque el mecanismo que comanda el cierre o apertura de la mariposa, va dentro del cuerpo, y porque tiene unos soportes de amarre en la base del cuerpo de la válvula (43).

El mecanismo comando o de rotación, que cierra o abre la mariposa, puede ser mecánica o eléctrica.

La figura (3) muestra un mecanismo de rotación mecánico (31). Básicamente es una cremallera (32) que hace rotar el eje del disco mariposa (29), a través de un piñón terminal (33), cuando la válvula pistón encuentra un tope (41), al final de su carrera ascendente y/o descendente. Las puntas de la cremallera deben ser cilíndricas para que pueda desplazarse de manera estanca por bujes terminales. La figura muestra una cremallera larga, pero en la realidad es muy corta y puede alojarse toda dentro del cuerpo de la válvula, sobresaliendo del cuerpo solo un poco de sus extremos cilíndricos.

Cuando la válvula encuentra el tope superior (41s), este hace que la cremallera se desplace hacia abajo para abrir la válvula y cuando la válvula encuentra el tope inferior (41i) la desplaza hacia arriba para cerrarla.

En grandes aplicaciones, el mecanismo de rotación (37) de la mariposa puede ser un motor eléctrico sumergible (38) que se localiza en el eje del disco (29) de la mariposa. Como el trabajo del motor no es continuo y la energía que consume es baja, se puede operar inalámbricamente, con un sistema de baterías recargables.

El espesor del cuerpo cilíndrico de la válvula (27) debe el mínimo posible, pero suficiente para alojar el mecanismo de cremallera y piñón (32) o la caja reductora (39) y/o los piñones que transmiten el movimiento del motor al eje del disco de la válvula (29). Los soportes de amarre o sujeción (43) son simples ganchos de anclaje de donde se sujetan las guayas (10) que unen los dos pistones.

c) Otros cuerpos boyantes.

Aunque las dos formas descritas anteriormente son las más simples y no requieren mecanismos complejos para reconfigurar el cuerpo boyante, existen otras variantes que complementan la válvula de mariposa, o reemplazan el batiscafo, pero que necesitan de energía neumática y/o hidráulica.

Como por ejemplo, la válvula de mariposa especial se puede utilizar como tapa de una caneca o cilindro sin fondo y el barril se acondiciona con las guías y amarres necesarios, para que se desplace en sistemas de conductos abiertos. La forma del cuerpo no tiene que ser necesariamente cilíndrica.

En el batiscafo se puede reemplazar el tornillo sin fin por un vástago tubular que se acopla a un plato fijo, en la mitad de la longitud del vástago, que hace de pistón. El eje traspasa el fondo por un buje deslizante hermético y puede ser accionado neumática, hidráulica o

eléctricamente, cuando llega al final de su carrera ascendente o descendente. Este batiscafo puede tener cámara de gas cerrada o abierta y descargar el aire a la atmósfera.

Como estos cuerpos boyantes se deben frenar para cargarlos y/o descargarlos, deben disponer de mecanismos de empuje, de frenado, redes neumáticas e hidráulicas, lo que hace más complicado la operación.

5.1.2. Conductos o guías de los cuerpos boyantes

Como ya se dijo, los conductos de los cuerpos boyantes pueden ser ductos cerrado, como tubería hidráulica, o abiertos como jaulas cilíndricas verticales; o simplemente guías de corredera o deslizantes. Los conductos cerrados sirven de cilindros para que se desplace un pistón en su interior y mueva la masa de un fluido, o de un gas, que se encuentre dentro del ducto y por encima del pistón. En los sistemas de conductos abiertos el cuerpo boyante desplaza el agua a los lados del batiscafo.

a) Conductos cerrados

Los conductos cerrados (40), para estos sistemas hidráulicos, son tubos hidráulicos verticales (40d y 40s), fabricados de cualquier material rígido, que hacen las veces de cámaras o cilindros para el desplazamiento de sendos pistones (1 o 26) por su interior. Los pistones junto con los tubos, conforman dos bombas gemelas y siamesas reciprocantes de un solo efecto, que pueden trabajar alternadamente, como aspirante e impelente cuando se amarran y sincronizan. Los tubos deben tener sección geométrica uniforme (al menos en la carrera del pistón), y su superficie interior debe ser bruñida, preferiblemente.

Estos cilindros pueden ser contruidos en una sola pieza, modularmente o como camisas de desgaste que faciliten su posterior reparación. El tipo de material depende principalmente del líquido a bombear y de la presión de trabajo. Recordemos que con estos tipos de bombas se pueden conseguir presiones muy altas.

Los ductos o cilindros pueden trabajar independientemente con sus extremos abiertos, sin que se interconecten, unidos en toda su longitud exterior, (por arriba, por el medio o por su parte inferior) con el fin de mantener el paralelismo y conformar una estructura rígida de soporte. Los ductos o cilindros también pueden unirse con una especie de caja como se verá más adelante.

Cuando los ductos no se interconectan se puede formar una especie de caja abierta en forma de H (figura 6) en sus extremos inferiores, para instalar las poleas y facilitar el paso de las guayas o cuerdas (10) de un ducto a otro.

Los ductos pueden tener topes (41) inferior (41i) y superior (41s) adherido al diámetro interno, los cuales pueden servir para empujar la cremallera (32), en el caso de pistones tipo válvula de mariposa, y/o pueden servir de soportes para coronas imantadas inferior (42i) y superior (42s) para frenar el cuerpo en su mantenimiento.

b) Conductos abiertos

Los conductos abiertos o guías (24) pueden ser semejantes a jaulas cilíndricas de barrotes o parales verticales; o estructuras semejantes a las de acero reforzado, pero sin estribos o flejes, por lo menos entre los barrotes por donde se mueven las argollas deslizantes (23) y el soporte de sujeción (9) del batiscafo a la cadena de transmisión (25). Son los responsables de guiar el cuerpo boyante en su trayectoria de ascenso y descenso.

Si se utilizan barriles o batiscafo de cámara abierta de gas, los conductos neumáticos que llevan el aire al final de la carrera descendente pueden servir de guías.

5.1.3. Cajas de Unión, engranajes y/o lubricación

La caja es un elemento de unión conformada por ductos curvos que comunican y unen las cavidades internas de los cilindros. Pueden servir de estructura de amarre de los dos ductos del sistema hidráulico y a la vez servir como caja de transmisión (44) o de lubricación (36).

La caja puede tener cualquier forma geométrica y ser construida de cualquier material rígido que resista las presiones y los esfuerzos que se generan en su interior. Su forma debe adaptarse a los mecanismos, poleas, engranajes (45) y/o aparejos diferenciales que se instalen en su interior. Cuando los ductos se unen formando un arco por su parte superior, o una **U** por su parte inferior, se puede utilizar la mitad de un toroide tubular para conformar una caja cerrada.

Cuando los ductos se unen por la parte superior (figura 5), se forma una caja cerrada de lubricación (36) y no sería estrictamente necesario amarrar los pistones, se podría prescindir de poleas, guayas y aparejos diferenciales. En este caso la succión (46) y descarga (47) quedan en la parte inferior. El pistón que asciende empuja, por medio del lubricante (35) que separa los batiscafos, al otro pistón para que descienda. El que sube aspira el fluido y el que baja lo descarga.

Cuando los cilindros se unen por la parte inferior también se puede configurar una caja cerrada en **U**, y el sistema hidráulico puede favorecerse por las leyes de vasos comunicantes, si trabaja con cabeza de succión positiva. En estos casos la caja ya no es solo de lubricación sino de engranaje (44) y puede alojar los mecanismos de transmisión o conversión de movimiento, aparejos diferenciales (45) como engranajes planetarios, poleas, piñones, además de su lubricante, etc., cuyo objetivo sea cambiar o invertir el sentido, la dirección, la velocidad o la potencia de la fuerza de empuje. Igual que en el caso anterior, no sería necesario amarrar los pistones, pero la succión máxima de la bomba o compresor sería de una atmósfera, cuando se maneja agua.

Cuando los ductos se interconectan, la bomba o compresor que se configure puede trabajar por fuera del agua, siempre y cuando la cabeza que los alimenta sea positiva. La succión (46) y descarga (47) deben estar al mismo nivel, en el lado opuesto de las cajas.

Las cajas cerradas (44 o 36) solo se pueden utilizar con pistones tipo batiscafo. La función de amarre de los pistones la podría realizar el fluido lubricante y se podría prescindir de cadenas, guayas, poleas, piñones, como ya se mencionó.

Los prototipos que trabajan con pistones tipo válvula de mariposa, cuyos cilindros no se pueden interconectar con caja cerrada, podrían unir sus cilindros estructuralmente con una caja abierta (48) para albergar las poleas o piñones y facilitar el paso de las guayas, cuerdas o cadenas. En estos prototipos no pueden utilizar cajas cerradas.

5.1.4. Amarre y freno de los cuerpos boyantes

El amarre de los cuerpos boyantes garantiza que los dos cuerpos boyantes se puedan sincronizar y trabajen a la misma velocidad.

El amarre esclaviza un cuerpo boyante con el otro y se puede hacer con una cadena (25), una guaya o una cuerda (10). Cuando los cilindros del sistema se unen por medio de una

caja cerrada, el líquido que separa los dos cuerpos boyantes, podría hacer la función de amarre, tal como se indicó en el apartado anterior.

Para amarrarlos se coloca un pistón al final de su carrera ascendente (1s) y el otro al final de su carrera descendente (1i). En esa posición se unen con un elemento de amarre (10 o 25), por la parte inferior o media del cuerpo boyante. La longitud de este elemento debe ser exacta para cubrir la carrera de los pistones y debe contemplar el paso por los piñones o poleas.

El sistema de amarre, se puede realizar con guayas o cadenas, pero en los casos de sistemas de conductos cerrados es preferible utilizar cuerdas sintéticas, resistentes, flexibles y de baja densidad, para que el peso de las mismas no frene al pistón que asciende. El amarrar los pistones de la manera indicada los obliga a que se desplacen en sentido contrario y trabajen en ciclos desplazados; mientras uno asciende el otro desciende.

En sistemas que se desplazan libremente en la columna del líquido guiados por una estructura abierta, el sistema de amarre lo constituye una cadena sin fin de transmisión (25) entre dos piñones (52), similar a las cadenas de las bicicletas.

Como los sistemas necesitan un mecanismo de frenos para el cambio de motor y/o mantenimiento, se hace una descripción abreviada de un sistema de freno electromagnético.

El mecanismo de freno electromagnético es sencillo de implementar en sistemas hidráulicos cerrados. Solo es necesario imantar las coronas circulares toques (41) al final de la carrera de los pistones, en el ducto o cilindro de la bomba. En la figura 3 se muestra una configuración con polos (41i y 41s) en las paredes de los cilindros y polos con polaridad opuesta en la cabeza y base del pistón (42_i y 42_s). Algo similar puede implementarse en sistema de conductos abiertos

5.2. Configuración de sistemas hidráulicos reciprocantes

En este aparte se describen algunos de los prototipos hidráulicos reciprocantes que se pueden configurar con los tipos de cuerpos boyantes y de ductos que se han venido describiendo. La configuración depende del uso que se le vaya a dar al sistema.

Los sistemas de conducto cerrado se configuran para mover fluidos líquidos o gaseosos en procesos de trasvase, bombeo o compresión y los de conducto abierto para transformar el movimiento reciprocante en un movimiento circular uniforme con el fin de reemplazar motores y turbinas.

5.2.1. Configuración de Sistemas compresores de agua o gases

Los sistemas de conducto cerrado son ideales para configurar prototipos de bombeo de líquidos o compresión de gases. Estos prototipos se diferencian por el tipo de pistón que utilizan: válvula de mariposa o batiscafo.

a) Prototipos con pistón tipo válvula de mariposa

Con pistones tipo válvula de mariposa los cilindros no se pueden unir con cajas cerradas y solo admiten cajas abiertas estructurales; por esta razón solo se puede configurar un prototipo de sistema reciprocante, ver figura (6). Este prototipo siempre debe amarrar sus pistones y necesita flujo de aire para su operación. Su estructura siempre tiene que estar

sumergida y sus ductos de succión (40s) pueden profundizarse muchos metros para conseguir una mayor eficiencia. Se pueden emplear como sistemas de bombeo de líquidos o compresores de gases.

En estos prototipos la descarga (47) siempre está en la parte superior de cada ducto y la succión (46) debe estar arriba, cuando se configura como un sistema compresor, con el fin de succionar aire. Cuando se configura como un sistema de bombeo la succión puede estar abajo.

Cuando trabaja como sistema de bombeo, la válvula de mariposa puede bajar abierta, si se quiere bombear el mismo fluido; o puede bajar cerrada cuando se quiere bombear otro fluido o comprimir un gas.

Si la válvula de mariposa baja abierta, debe cerrarse tan pronto finaliza su carrera descendente, con el fin de que se convierta en pistón compacto tipo tapón. De esta manera se puede conformar una cámara (30) por debajo de la válvula, para almacenar el gas que se introduce en el momento que esta se cierre o llegue al tope inferior (41i).

El aire que se suministra se va almacenando por debajo de la válvula, en la cámara (30) que se conforma, cuando esta se encuentra cerrada. Este aire confinado hace el efecto de una gran bola que sube e impulsa la válvula, la cual bombea el agua o aire que está por encima de la misma, de manera similar como lo hacen las bombas Geyser o Mamut.

Inicialmente se suministra el aire lentamente para ir frenando el pistón que baja hasta que el otro pistón encuentre el tope superior y libere el aire que lo hacía subir. En este momento se puede aumentar el caudal de aire al pistón inferior hasta que se complete el flujo calculado para que suba a la velocidad prevista.

El aire producido por este u otro prototipo hidráulico puede ser almacenado en un acumulador y suministrado por el ducto neumático (49), para su autoconsumo o para otros sistemas reciprocantes.

b) Prototipos con pistón tipo batiscafo

La operación de los sistemas reciprocantes con batiscafo es sencilla porque no necesitan que se les suministre aire para su funcionamiento. El aire o gas está dentro del batiscafo y es expandido o comprimido para variar la densidad del batiscafo para hacerlo subir o bajar.

El batiscafo se puede usar en las cuatro configuraciones, figura (4, 5, 6 y 7), como prototipos de bombeo de líquidos o compresión de aire (tres primeras figuras) o para generar un movimiento rotatorio que puede ser utilizado en máquinas rotativas.

Los prototipos configurados con cilindros independientes o los que se unen por su parte inferior, deben tener siempre su succión (46) y descarga (47), en la parte superior, cuando se utilizan batiscafo como pistones. Solo basta que en el ciclo descendente, el pistón succione aire o succione agua. Cuando el prototipo trabaja como bomba sumergida, la cabeza hidrostática en el interior del cilindro contribuye para el descenso del pistón.

Cuando los ductos se unen por la parte superior (figura 5), formando un arco entre los dos cilindros, pueden utilizar la caja que se forma con la unión (36) para contener el lubricante para los pistones. El mismo lubricante (49) sirve de elemento de amarre de los pistones, pero en esta configuración en vez de jalonarse se empujan. El pistón que asciende empuja al que desciende, a la vez que succiona agua; el que baja descarga el agua a la atmósfera.

Cuando los cilindros se unen por la parte inferior formando una caja de engranajes (44) en forma de **U**, totalmente hermética el lubricante podría servir como elemento de unión de los pistones batiscafo y no sería estrictamente necesario utilizar guayas o cadenas. Este prototipo, a diferencia del anterior, si se puede configurar como sistema compresor de aire o de gases.

5.2.2. Configuración de Sistemas como equipos rotatorios

En este aparte solo se describirá la configuración de un prototipo de sistema de conductos abiertos, para convertir el movimiento reciprocante del cuerpo boyante en un movimiento rotativo uniforme, aunque con un sistema hidráulico reciprocante cerrado se puede lograr el mismo objetivo. El batiscafo es ideal para configurar este tipo de mecanismo motriz.

En las figuras (7 y 8) se muestra un prototipo motriz configurado como motor hidráulico reciprocante (50). Su conformación y funcionamiento se asemeja a la de un motor a explosión o de combustión interna, donde el cigüeñal es reemplazado por un eje inferior (54) y el eje de levas por un eje superior (53).

Los pistones son sustituidos por batiscafos (1); el brazo las muñequillas del cigüeñal y las levas desaparecen y en su reemplazo se utilizan piñones (52) en ambos ejes, que giran libremente en un sentido y engranados en el otro sentido; las bielas son reemplazadas por cadenas sin fin (25); el bloque lo conformarían las guías (24) del batiscafo y los soportes de bancada de los ejes puede ser una estructura rígida, tipo biela, que separe los ejes y resista los esfuerzos de tensión y compresión. No se muestra por saturación del dibujo.

Este prototipo se puede configurar para utilizar independientemente el torque que se genera en cada eje para un equipo diferente. Los dos ejes giran en sentido opuestos.

Lo ideal es utilizar ambos torques para producir una gran potencia, en un solo eje, y generar un movimiento uniforme y continuo. Con este fin se utilizan piñones fijos (55), distribuidos a lo largo del eje inferior, que se enlazan con sendos piñones libres (52) en el eje superior, (o viceversa) a través de una caja de transmisión conformada por una pareja de piñones dobles (56), localizada entre los dos ejes, cuyo fin es convertir el sentido de giro de un eje al mismo sentido de giro del otro eje, con el fin de potencializar uno de los torques para mover un solo equipo, como por ejemplo un generador.

A continuación se explica cómo se puede configurar el sistema para conseguir un movimiento rotatorio uniforme, en el sentido de las agujas del reloj, tomando como referencia la figura 7. Con este fin se instalan los piñones (52) del eje superior para trabajen engranados cuando los batiscafos del lado izquierdo (1) suben y queden libres cuando estos mismos batiscafos descienden. En el eje inferior estos mismos piñones se instalan a la inversa, para que queden engranados cuando los batiscafos del lado derecho asciendan.

Al instalar los piñones de esa manera, el eje superior gira en el sentido de las agujas del reloj y el eje inferior en sentido contrario. Para convertir el sentido de giro del eje inferior (54) al sentido de giro del eje superior (53) se utilizan piñones dobles (56), los cuales pueden ir en una cajas de transmisión, a la que se acoplan dos cadena sin fin (57), que interconectan los piñones de los ejes superior e inferior.

El movimiento alternativo de los batiscafos se convierte en un movimiento rotatorio uniforme cuando se sincronizan los batiscafos, de manera similar como se sincronizan los pistones de los carros.

5.3. Funcionamiento del sistema hidráulico reciprocante

Para que un cuerpo se sumerja y/o emerja dentro de un líquido, fácilmente y de manera alternativa, debe cambiar su densidad al terminar sus carreras descendente y/o ascendente. Por lo general esta densidad se puede cambiar si se introduce aire o saca el agua de la cámara del cuerpo; pero ese cambio de densidad no es suficiente para garantizar que el cuerpo baje y suba a la misma velocidad.

Con este ingenioso sistema se logra que el cuerpo boyante invierta el sentido de su movimiento y se mueva de forma reciprocante y uniforme. Al amarrar y esclavizar los pistones por parejas, los cuerpos boyantes pueden cambiar su densidad y viajar a la misma velocidad pero en sentido contrario. La nueva cápsula tipo batiscafo con motor incorporado puede controlar la velocidad del sistema reciprocante en cualquier momento, sin necesidad de parar los cuerpos boyantes. Se puede unir más de un batiscafo para configurar un cuerpo boyante.

Este aparte de la descripción se centrará en mostrar cómo se puede cambiar el sentido del movimiento, la densidad y como se deben sincronizar los cuerpos boyantes para lograr un movimiento reciprocante uniforme.

5.3.1 Cambio del sentido de movimiento

Lo novedoso de este sistema hidráulico reciprocante, es que los cuerpos boyantes pueden cambiar su densidad en el trayecto de sus carreras de ascenso y/o descenso, sin que los cuerpos tengan que llegar al final de sus carreras y pararlos por un periodo prolongado, para invertir el sentido de su movimiento.

De acuerdo con la búsqueda del estado de la técnica no existe un proceso, para cambiar la densidad de un cuerpo boyante en movimiento, sin que se tenga que parar el cuerpo para reversar su movimiento.

En la actualidad el cambio de densidad del cuerpo que debe sumergirse y emerger de manera alternada, se lleva a cabo en el momento que los cuerpos finalizan sus carreras ascendente y/o descendente, frenándolos mientras se llenan y/o desocupan. Este proceso puede tomar mucho tiempo, sobre todo cuando se trata de cuerpos boyantes de gran volumen, lo cual disminuye la eficiencia de una máquina reciprocante.

a) En Prototipo válvula de mariposa:

El proceso se inicia cerrando la mariposa, de la válvula pistón que desciende, antes de que esta llegue al tope inferior y suministrando inmediatamente y de manera controlada aire a este pistón, para disminuir su velocidad. El flujo de aire se regula para que el otro pistón pueda seguir en ascenso hasta que llegue al tope superior, donde abre su mariposa para descargar el aire a la atmósfera. En este momento los pistones cambian el sentido de su movimiento y el que inicia su ascenso puede seguir recibiendo aire a mayor caudal hasta que complete su carga.

Todo esto es posible porque la cámara de aire no está confinada en un recipiente cerrado. La potencia del sistema lo determinan el volumen de aire que se pueda confinar en el cilindro por debajo de la válvula cerrada y la cabeza hidrostática de la columna de agua. El aire puede acceder en cualquier momento a esta cámara y no se necesita que los pistones paren durante la recarga. El aire se suministra por un ducto neumático (49) de un gran diámetro.

En sistemas hidráulicos configurados como compresores, la válvula debe bajar cerrada. En estos casos y para los prototipos de accionamiento mecánico se debe retener la cremallera por un instante, hasta que la válvula se cierre, mientras el pistón inicia su movimiento de descenso. Esto se logra fácilmente con un freno magnético que se coloca en el tope y atrae la punta acerada de la cremallera.

En los prototipos de válvula de mariposa motorizada, el cierre y/o apertura de la mariposa y la velocidad de los pistones se puede controlar en cualquier momento, al liberar o suministrar un poco de aire a uno o los dos pistones, en cualquier trayecto de su carrera.

b) En Prototipo batiscafo:

La densidad del batiscafo cambia cuando se comprime y/o expande el gas que se encuentra dentro de su cámara sellada. Cuando el pistón del batiscafo comprime el gas, se conforma una cámara abierta en su parte exterior que se llena de agua; cuando lo expande la cámara de agua desaparece.

Cuando los batiscafos tienen motor incorporado, el proceso de cambio de densidad se puede iniciar antes de que estos finalicen sus carreras ascendente y/o descendente, porque el motor se puede accionar en cualquier momento para cambiar su densidad. Esto permite frenarlos lentamente sin tener que pararlos antes de que inviertan el sentido de su desplazamiento.

Cuando los batiscafos no viajan con el motor incorporado, también se puede cambiar sus densidades, antes de que lleguen al final de sus carreras. Esto se consigue con un acople de motor, tipo telescópico, que haga girar los tornillos sin fin, en el trayecto final de ascenso y/o descenso.

5.3.2 Sincronización del movimiento recíprocante

Una condición para que este sistema hidráulico funcione correctamente, es que la fuerza Neta de empuje siempre prevalezca sobre la fuerza neta ejercida por la gravedad terrestre sobre el cuerpo en descenso. La fuerza de empuje debe ser lo suficientemente grande, para que el cuerpo suba con gran potencia y pueda arrastrar o empujar a su pareja antagónica, con la ayuda de la fuerza de gravedad, en su carrera de descenso.

La sincronización de los cuerpos boyantes se consigue al amarrarlos por pareja y al instalarlos en lados opuestos, y al final de la cadena o cuerda que los sujeta: uno al final de su carrera ascendente y el otro al final de su carrera descendente. Al amarrarlos de esta manera se obliga que el cuerpo que sube, arrastre o empuje al cuerpo que baja y se garantiza que siempre trabajen en ciclos desplazados, mientras uno asciende el otro descienda. Con este diseño creativo de los cuerpos boyantes, se puede lograr un movimiento uniforme y continuo en el eje de las máquinas.

En los sistemas de conductos abiertos es más fácil de conseguir un movimiento continuo, porque se pueden acoplar varias parejas de batiscafos sobre un mismo eje, sincronizados para que trabajen en ciclos desplazados.

Para conseguir el movimiento alternativo y recíprocante los batiscafos se deben instalar en posiciones extremas y opuestas, a un lado y otro de los piñones del mecanismo motriz, como se aprecia en la figura 7. Cuando un batiscafo comienza a ascender, jalona la cadena sinfín, la cual arrastra y sumerge a su pareja antagónica, al otro lado de la cadena que baja.

La sincronización de varios cuerpos boyantes que actúan sobre un mismo eje, (símil del cigüeñal de un motor de combustión interna), se hace de una manera similar como se sincronizan los cilindros de un vehículo.

Cuando hay varios batiscafos actuando sobre un mismo eje, es necesario sincronizarlos, para que siempre haya por lo menos uno ejerciendo un torque sobre el eje. Todas las parejas se instalan para que trabajen en diferente ciclo.

5.3.3. Arranque del sistema

El arranque de un sistema motriz, de bombeo o de compresión con batiscafo es muy fácil, porque no requiere de fuente externa de aire. En este caso se instalan los dos batiscafos, con la cámara de gases comprimida, en extremos opuestos de la cadena de transmisión. Para arrancar este sistema basta con expandir el gas de cámara sellada de los batiscafos sumergidos a mayor profundidad, en el orden previsto para que actúen sobre el eje conductor y el eje conducido.

El arranque de un sistema de bombeo con válvulas tipo mariposa es más complicado porque se necesita disponer de una fuente externa de aire con una presión superior a la cabeza hidrostática, que suministre inicialmente el caudal necesario para llenar la cámara del sistema hidráulico.

Si el suministro de de aire por una fuente externa resulta muy costoso, lo primero que hay que arrancar es el sistema hidráulico compresor recíprocante, para producir el aire que necesita este sistema y el sistema de bombeo en sus operación normal. Después de este arranque no se requiere fuente externa, porque el sistema hidráulico compresor, puede producir suficiente aire para suministrar a otros sistemas hidráulicos de bombeo y para su autoconsumo. La autosuficiencia de un sistema compresor hidráulico recíprocante, se consigue previendo que en una sola carrera del pistón se pueda producir un caudal mayor del que necesita el mismo compresor y el sistema de bombeo al cual se va a acoplar.

Para obtener una fuerza de empuje muy grande, es necesario que el cuerpo boyante tenga una densidad total muy baja. En el caso de utilizar aire para recargar los pistones y bombear agua, se puede obtener una fuerza neta de empuje muy grande, debido a que la densidad del agua es aproximadamente 1000 veces mayor que la densidad del aire.

5.4 Configuraciones mixtas del sistema hidráulico

El sistema hidráulico se puede optimizar y/o repotenciar configurando sistemas en serie, en paralelo, o uniendo sus cámaras de diferente forma. También se pueden configurar equipos o máquinas diferentes a las aquí descritas.

Un sistema en serie utiliza la descarga de una bomba para alimentar la succión de otra bomba. En la configuración en paralelo, se acoplan varias bombas a un solo colector de succión y/o descarga. De un mismo colector pueden succionar otras bombas para distribuir el fluido y/o subir el agua a mayor altura.

Con bombas hidráulicas recíprocante, se puede diseñar un acueducto que trabaje al revés, cuyas cámaras de disipación de energía se conviertan en estaciones de re bombeo para subir el agua a mayor altura.

En los sistemas híbridos, una caja puede ser común para más de dos cámaras de bombeo. En esta última configuración, de cajas comunes, el pistón de una cámara ascendente pueda jalonar varios pistones adyacentes o a su vez un pistón descendente pueda ser

jalonado por varios pistones. El pistón ascendente también puede ser ayudado en su carrera ascendente con juegos de poleas acopladas a otras máquinas reciprocantes.

El sistema reciprocante trabaja más eficientemente sumergido, porque la cabeza positiva puede ayudar a sumergir el pistón descendente, sin embargo este sistema puede trabajar con cabeza de succión negativa, porque la fuerza de empuje puede ser tan grande en uno de los cilindros, que puede jalonar y succionar con fuerza por el otro ducto o cilindro.

Aunque el sistema hidráulico cerrado requiere que el agua esté libre de sólidos suspendidos, se pueden configurar sistemas para agua con moderados sólidos suspendidos.

Otra aplicación del sistema hidráulico reciprocante, es un motor a propulsión a chorro o *waterjet*. Estos motores se configuran para que la succión de la bomba jalone la embarcación y su descarga la impulse a través de una tobera de propulsión. El motor no necesita combustibles ni energía y solo utilizaría agua del embalse, que sería devuelta al mismo cauce, sin causar daño al medio ambiente.

En aplicaciones especiales, se puede utilizar el mercurio como fluido para obtener una fuerza de empuje 13.8 veces más grande que la del agua. En estos casos se debe trabajar en circuitos totalmente cerrados y garantizar que no se presentarán escapes de este elemento al medio ambiente. En este caso se sumerge el cuerpo de la bomba con ductos abiertos en un depósito controlado de mercurio, dejando la succión y la descarga en otro reservorio de agua u otro líquido.

5.5 Campos de aplicación

El sistema reciprocante es aplicable a varios sectores productivos y es amigable con el medio ambiente. Entre los sectores a los que se puede aplicar se mencionan principalmente: la generación hidroeléctrica in situ, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), la producción de agua potable a gran escala, a partir del agua de mar, por el proceso de osmosis inversa o pervaporación y los sistemas RAS de Piscicultura.

Una mega bomba hidráulica reciprocante puede utilizarse para devolver, de una manera económica, el agua a los embalses de las represas de generación hidroeléctricas, después de pasar por la turbina de generación. Las mega máquinas de bombeo hidráulicos tienen múltiples aplicaciones en la industria: atención de inundaciones, sistemas de riego, almacenamiento y aireación de agua en sitios altos, control de embalses, oxigenación de ríos contaminados, etc. Las mega bombas de vacío pueden utilizarse en sistemas de conservación y deshidratación de alimentos; procesos de evaporación flash y pervaporación de agua de mar para obtener agua potable. Los mega equipos rotativos o motores pueden acoplarse a una turbina dando inicio a un nuevo sistema hidráulico de generación eléctrica sin consumo de agua, el cual puede competir y sacar de servicio las centrales termoeléctricas, nuclear y aún el sistema hidráulico tradicional, para utilizar el agua represada para consumo humano y agroindustria.

5.6 Realizaciones preferentes de la invención

Tanto los dibujos y las realizaciones preferentes son ejemplos que ilustran, pero no limitan la invención (pueden existir otras formas diferentes de realizaciones), por lo tanto el alcance de la invención está determinado por las reivindicaciones que se detallan más adelante y los desarrollos que legalmente sean equivalentes, más que por los ejemplos dados.

5.6.1 Sistema hidráulico recíprocante en una red para mantener una presión constante.

A modo de ejemplo de realización preferente, se explica una configuración de un equipo recíprocante para mantener la presión constante de una red de agua, el cual tiene innumerables ventajas sobre los sistemas, tradicionales por su simplicidad, capacidad, autonomía y economía. Además de consumir poca energía eléctrica y de mantener la presión más constante en el circuito de distribución, puede ser instalado en acueductos de agua potable, en redes de contraincendios urbanas y rurales, en distritos de riego y no está limitado a sistemas residenciales, o pequeñas industrias como los sistemas tradicionales.

Un sistema hidráulico a presión constante convencional, generalmente está compuesto por una o varias bombas centrífugas, un tanque de almacenamiento sumergido y/o un tanque elevado a presión atmosférica, un sistema hidropack o hidroneumático, una red de distribución, un compresor, un cuarto de máquinas, un tablero de control eléctrico, presostatos, etc.

Aunque un sistema a presión constante más moderno solo requiere el tanque de almacenamiento y una bomba, cuya velocidad es regulada electrónicamente, de acuerdo con la demanda de agua, sigue presentando algunos inconveniente y no ofrece la garantía de un sistema a presión constante configurado con bombas hidráulicas recíprocantes.

El sistema de suministro de agua a presión constante a una red domiciliaria o de contraincendios propuesto, en su configuración más sencilla, podría ser una batería de bombas recíprocantes, conectada en paralelo a una red de distribución.

El prototipo de sistema hidráulico puede ser un batiscafo con un motor incorporado como se muestra figura 4 o 5.

Cuando haya consumo de agua, el batiscafo pistón que está en la parte inferior sube y solo se detiene cuando la demanda cese. En su ascenso además de bombear agua, empuja o jalona el pistón que se encuentra en la parte superior para recargar la otra cámara de la bomba gemela.

Cuando se haya consumido toda el agua almacenada en el ducto de descarga de la bomba, el pistón llega a su tope superior y un sistema de control hace que los tornillos sin fin giren para cambiar la densidad de los dos batiscafos. La velocidad de giro del motor depende del consumo de agua. En este caso los batiscafos pueden parar por un instante porque la demanda de agua puede ser suplida por otra serie de bombas acopladas al mismo colector de agua o por un sistema tradicional hidroneumático con diafragma o membrana de almacenamiento. El ciclo se repite de ininterrumpidamente.

Este sistema trabajaría permanentemente, aún en caso de falla del sistema de interconexión eléctrica, porque el sistema se acciona con motor recargable.

Otro ejemplo de realización preferente es un sistema para generación eléctrica que pueda suplir la demanda de una vivienda.

Hoy en día existen plantas eléctricas de emergencia portátiles que se podrían acoplar a un prototipo hidráulico recíprocante rotativo, o mini turbinas que se pueden acoplar a un circuito cerrado a presión constante como el descrito.

CBA\CBA\ID-504559\WPC22079