

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 293**

51 Int. Cl.:

F04B 53/08 (2006.01)

F04B 53/18 (2006.01)

F04B 53/20 (2006.01)

F04F 13/00 (2009.01)

F04B 49/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2018 E 21187216 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022 EP 3929438**

54 Título: **Sistema de transferencia de energía hidráulica con sistema de filtración**

30 Prioridad:

05.06.2017 US 201715613502

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

15.03.2023

73 Titular/es:

**ENERGY RECOVERY, INC. (100.0%)
1717 Doolittle Drive
San Leandro, California 94577, US**

72 Inventor/es:

**HOFFMAN, ADAM ROTHSCHILD;
GHASRIPOOR, FARSHAD;
MARTIN, JEREMY GRANT y
ANDERSON, DAVID DELOYD**

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 936 293 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de transferencia de energía hidráulica con sistema de filtración

5 Antecedentes

(0001) Esta sección pretende presentar al lector los varios aspectos de la técnica que pueden estar relacionados con varios aspectos de la presente invención, los cuales están descritos y/o reivindicados abajo. Esta exposición pretende ser útil para proporcionar al lector información de los antecedentes para facilitar una mejor comprensión de varios aspectos de la presente invención. Correspondientemente, se debe entender que estas declaraciones se deben leer bajo esta luz, y no como admisiones de la técnica anterior.

(0002) La materia del asunto manifestado aquí hace referencia al equipo de tratamiento de fluido y, en particular, al equipo de tratamiento de fluido para aplicaciones que conllevan una variedad de fluidos. Algunos de estos fluidos pueden incluir sólidos (por ejemplo, partículas, polvos, impurezas) y/o contaminantes (por ejemplo, viscosificantes, aditivos químicos o cualquier fluido que sea indeseable por contener lubricación), que puede interferir con la operación del equipo de tratamiento de fluido. Los equipos de tratamiento de fluido pueden usarse en una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, los equipos de tratamiento de fluido pueden emplearse en una fracturación hidráulica, en una aplicación de perforación (fluidos y/o barro de perforación que circulan), o procesos similares. En particular, las operaciones de completación de pozos, en la industria petrolera y en la industria del gas, a menudo conllevan una fracturación hidráulica (a la que comúnmente se hace referencia como "fracking" o "fracing") para aumentar la liberación del petróleo y del gas en formaciones rocosas. La fracturación hidráulica conlleva que se bombee un fluido que contiene una combinación de agua, químicos y apuntalantes (por ejemplo, arena, cerámica) dentro de un pozo a altas presiones. Las altas presiones del fluido aumentan el tamaño las fisuras y la propagación a través de la formación de roca que libera más petróleo y gas, mientras que el apuntalante previene que las fisuras se cierren una vez que el fluido ha sido despresurizado.

(0003) Las operaciones de fracturación usan una variedad de equipos rotatorios, tales como un sistema de transferencia de energía hidráulica, para tratar una variedad de fluidos que pueden incluir sólidos (por ejemplo, partículas, polvos, impurezas) y/o contaminantes (por ejemplo, viscosificantes, aditivos químicos o cualquier fluido que sea indeseable por contener lubricación). En ciertas circunstancias, los sólidos pueden impedir que roten los componentes rotatorios del equipo rotatorio. De este modo, el equipo rotatorio puede ponerse fuera de servicio para posibilitar que los sólidos sean retirados y/o posibilitar que los componentes rotatorios sean rotados. En algunas situaciones, los sistemas de lubricación pueden facilitar la rotación de los componentes rotatorios dentro del sistema de transferencia de energía hidráulica. Sin embargo, los fluidos utilizados dentro de los sistemas de lubricación pueden incluir sólidos o contaminantes adicionales, tales como partículas, polvos, impurezas, etc., y estos sólidos o contaminantes pueden tener impactos negativos en la actuación de los componentes rotatorios (por ejemplo, una actuación/eficiencia disminuida, abrasión de los componentes, etc.).

(0004) El documento US 2015/0184492 A1 hace referencia a un sistema que incluye un sistema "frac" con un sistema de transferencia de energía hidráulica (IPX rotatorio) configurado para intercambiar presiones entre un primer fluido y un segundo fluido, y un sistema de enjuague, configurado para retirar las partículas del IPX rotatorio. El sistema "frac" incluye una bomba de alta presión para presurizar el primer fluido, una bomba de baja presión para dirigir el segundo fluido al IPX rotatorio y un sistema de lubricación.

45 Breve descripción

(0005) La invención se define en la reivindicación 1 independiente. Las reivindicaciones dependientes describen configuraciones de la invención.

50 Breve descripción de los dibujos

(0006) Varias características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando la siguiente descripción detallada se haya leído haciendo referencia a las figuras que la acompañan, en las cuales los caracteres similares representan partes similares a través de las figuras, en las cuales:

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de una configuración de un sistema "frac" con un sistema de transferencia de energía hidráulica;

La FIG. 2 es una vista en perspectiva detallada de una configuración del sistema de transferencia de energía hidráulica de la FIG. 1, ilustrada como un sistema intercambiador (IPX) de presión isobárica rotatoria;

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2, que ilustra un sistema de filtración;

La FIG. 4 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2, que ilustra una configuración de un sistema de filtración integrado con una multitud de filtros;

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema de filtración integrado de la FIG. 4, que ilustra un sistema de filtración de sedimentación;

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema de filtración de la FIG. 3, que ilustra un sistema de filtración de separación centrífuga;

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2, que ilustra un sistema de filtración dispuesto dentro del rotor.

La FIG. 8 es un diagrama de bloque de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2 acoplado a un sistema de lubricación que tiene una fuente de suministro de fluido de lubricación específica;

La FIG. 9 es un diagrama de bloque de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2 acoplado a una lubricación que tiene una bomba específica para dirigir el fluido de lubricación;

La FIG. 10 es un diagrama de bloque de una configuración de un controlador acoplado de forma operativa a un sistema de lubricación;

La FIG. 11 es un diagrama de circuito parcial de un fluido de lubricación, que ilustra el recorrido del fluido de lubricación; y

La FIG. 12 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema IPX de la FIG. 2 acoplado al sistema de lubricación.

Descripción detallada de las configuraciones específicas

(0007) Una o más configuraciones específicas de la presente invención serán descritas más abajo. Estas configuraciones descritas son sólo a modo de ejemplo de la presente invención. Adicionalmente, en un esfuerzo por proporcionar una descripción concisa de estas configuraciones a modo de ejemplos, todas las características de una implementación real no pueden ser descritas en la descripción. Se valora que, en el desarrollo de cualquier implementación real semejante, como en cualquier proyecto de ingeniería o diseño, se tienen que realizar numerosas implementaciones/ decisiones específicas para lograr los objetivos específicos de los desarrolladores, tal como el cumplimiento con las limitaciones relacionadas con el sistema y las relacionadas con el negocio, que pueden variar de una implementación a otra. Aún más, debería ser valorado que semejante esfuerzo de desarrollo puede ser complejo y requerir mucho tiempo, pero, sin embargo, sería rutinario, para los expertos en la materia, la realización del diseño, de la fabricación y de la producción, teniendo el beneficio de esta información.

(0008) Como se manifestó más arriba, un fluido de lubricación limpio puede ser importante para la operación del equipo rotatorio, tal como los componentes rotatorios dentro de un sistema de transferencia de energía hidráulica (por ejemplo, un intercambiador de presión rotatoria). Una pequeña cantidad de partículas o contaminantes en el fluido de lubricación o lubricante puede afectar a la actuación del equipo, causando que los componentes rotatorios se detengan, causando desgaste o abrasión de los componentes rotatorios, o en otro caso, de forma adversa, afectando al desarrollo. Teniendo esto en cuenta, las configuraciones presentes están dirigidas a sistemas y métodos para proporcionar un fluido limpio/ adecuado para el flujo del lubricante y para los cojinetes y cierres del fluido. Una bomba externa específica puede usarse para proveer el flujo del lubricante, y un sistema de filtración puede filtrar o limpiar sólo una pequeña parte del flujo del fluido total dentro del equipo rotatorio, comparado con el flujo del fluido completo. De este modo, las configuraciones presentes pueden ofrecer ventajas, tales como, el ahorro de costes, un mantenimiento más sencillo y un ahorro energético, comparado con la filtración del flujo del fluido completo.

(0009) Como se expone en detalle más abajo, las configuraciones expuestas aquí generalmente hacen referencia al equipo de manipulación del fluido que se puede usar en muchas aplicaciones para manipular una variedad de fluidos que pueden incluir sólidos (por ejemplo, partículas, polvos, impurezas) y/o contaminantes (por ejemplo, viscosificantes, aditivos químicos o cualquier fluido que sea indeseable por contener lubricación). Por ejemplo, un equipo de manipulación del fluido se puede usar en la aplicación de la fracturación, así como en un sistema de fracturación hidráulica. Los sistemas y las operaciones de fracturación hidráulica usan una variedad de equipos rotatorios, tales como un sistema de transferencia de energía hidráulica, para manipular una variedad de fluidos. Como se indicó arriba, los sistemas de lubricación pueden facilitar la rotación de los componentes rotatorios dentro del sistema de transferencia de energía hidráulica. Sin embargo, en algunas situaciones, los fluidos utilizados dentro de los sistemas de lubricación pueden incluir sólidos adicionales, tales como partículas, polvos, impurezas, etc. Correspondientemente, las configuraciones expuestas hacen referencia a la filtración de un fluido de lubricación, que puede ser usado dentro de un sistema de lubricación del sistema de transferencia de energía hidráulica.

(0010) Un sistema "frac" (o sistema de fracturación hidráulica) incluye un sistema de transferencia de energía hidráulica que transfiere el trabajo y/o la presión entre el primer y el segundo fluido, tales como un fluido de intercambio de presión (por ejemplo, un fluido sustancialmente libre de apuntalante, como el agua) y un fluido de fracturación hidráulica (por ejemplo, un fluido "frac" cargado de apuntalante). El sistema de transferencia de energía hidráulica puede describirse también como un sistema de protección hidráulica, un sistema amortiguador hidráulico o

un sistema de aislamiento hidráulico, porque puede bloquear o limitar el contacto entre un fluido "frac" y varios equipos de fracturación hidráulica (por ejemplo, bombas de alta presión, mientras se intercambia el trabajo y/o la presión con otro fluido. El sistema de transferencia de energía hidráulica puede incluir un turbocargador hidráulico o un sistema de intercambio de presión hidráulica, tal como un intercambiador de presión isobárica rotatorio (IPX).

5 (0011) En ciertas configuraciones, el IPX puede incluir una o más cámaras (por ejemplo, de 1 hasta 100) para facilitar la transferencia de presión y la igualación de las presiones entre los volúmenes del primer y del segundo fluido (por ejemplo, gas, líquido o fluido multifásico). Por ejemplo, uno de los fluidos (por ejemplo, el fluido "frac") puede ser un fluido multifásico, que puede incluir flujos de gas/ líquido, flujos de partículas gaseosas/sólidas, flujos de partículas líquidas/ sólidas, flujos de partículas gaseosas/líquidas/sólidas o cualquier otro flujo multifásico. En algunas configuraciones, las presiones de los volúmenes del primer y del segundo fluido puede que no se igualen completamente. Por ello, en ciertas configuraciones, el IPX puede operar isobáricamente, o el IPX puede operar sustancialmente isobáricamente (por ejemplo, en tanto que las presiones se igualan dentro de aproximadamente +/- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ó 10 por ciento de cada uno). En ciertas configuraciones, una primera presión de un primer fluido (por ejemplo, un fluido de intercambio de presión) puede ser mayor que una segunda presión de un segundo fluido (por ejemplo, un fluido "frac"). Por ejemplo, la primera presión puede ser entre aproximadamente 5,000 kPa hasta 25,000 kPa, 20,000 kPa hasta 50,000 kPa, 40,000 kPa hasta 75,000 kPa, 75,000 kPa hasta 100,000 kPa o mayor que la segunda presión. De este modo, el IPX puede usarse para transferir presión desde un primer fluido (por ejemplo, fluido de intercambio de presión), a una presión más alta, a un segundo fluido (por ejemplo, un fluido "frac"), a una presión más baja. En algunas configuraciones, el IPX puede transferir la presión entre un primer fluido (por ejemplo, un fluido de intercambio de presión, tal como un primer fluido libre de apuntalante o un fluido sustancialmente libre de apuntalante) y un segundo fluido que puede ser altamente viscoso y/o que contenga apuntalante (por ejemplo, el fluido "frac" que contiene arena, partículas sólidas, polvos, impurezas, cerámicas). En la operación, el sistema de transferencia de energía hidráulica ayuda a bloquear o limitar el contacto entre el segundo fluido que contiene apuntalante y varios equipos de fracturación (por ejemplo, bombas de alta presión) durante las operaciones de fracturación. Mediante el bloqueo o la limitación del contacto entre varios equipos de fracturación y el segundo fluido que contiene apuntalante, el sistema de transferencia de energía hidráulica aumenta la vida/la actuación mientras que se reduce la abrasión/el desgaste de varios equipos de fracturación (por ejemplo, bombas de alta presión). Además, pueden posibilitar el uso de un equipo más económico en el sistema de fracturación mediante el uso de un equipo (por ejemplo, bombas de alta presión) no diseñado para fluidos abrasivos (por ejemplo, fluidos "frac" y/o fluidos corrosivos).

(0012) Teniendo en cuenta lo anterior, la FIG. 1 es un diagrama esquemático de una configuración de un equipo de fracturación o un equipo "frac" (10) con un sistema de transferencia de energía hidráulica. Debería tenerse en cuenta que el sistema de transferencia de energía hidráulica expuesto aquí puede usarse también en cualquier aplicación adecuada para manipular una variedad de fluidos y el uso del sistema de transferencia de energía hidráulica en aplicaciones de fracturación se expone aquí, a modo de ejemplo. En la operación, el sistema "frac" (10) posibilita operaciones de completación de pozos para aumentar la liberación del petróleo y del gas en formaciones rocosas. Específicamente, el sistema "frac" (10) bombea un fluido "frac" que contiene una combinación de agua, químicos y apuntalante (por ejemplo, arena, cerámica, etc.) dentro de un pozo a presiones altas. Las altas presiones del fluido "frac" aumenta el tamaño y la propagación de la fisura a través de la formación de roca, que libera más petróleo y gas, mientras que el apuntalante evita que las fisuras se cierren una vez que el fluido "frac" se ha despresurizado. Tal y como se ilustra, el sistema "frac" (10) incluye una bomba de alta presión (12) y una bomba de baja presión (14) acopladas a un sistema de transferencia de energía hidráulica (16) (por ejemplo, un turbocargador hidráulico o un IPX). En la operación, el sistema de transferencia de energía hidráulica (16) transfiere presiones entre un primer fluido (18) (por ejemplo, fluido libre de apuntalante) bombeado por la bomba de alta presión (12) y un segundo fluido (20) (por ejemplo, apuntalante que contiene fluido o fluido "frac") bombeado por la bomba de baja presión (14). De este modo, el sistema de transferencia de energía hidráulica (16) bloquea o limita el desgaste en la bomba de alta presión (12), mientras que posibilita que el sistema "frac" (10) bombee un fluido "frac" de alta presión (22) dentro de una aplicación descendente (24), tal como un pozo, y que bombee un fluido "frac" de baja presión (23) (por ejemplo, un fluido libre de apuntalante o un fluido "frac") fuera del sistema de transferencia de energía hidráulica (16).

(0013) En una configuración, el sistema de transferencia de energía hidráulica (16) puede incluir un turbocargador hidráulico (26), el primer fluido (18) (por ejemplo, el fluido libre de apuntalante de alta presión) entra en un primer lado del turbocargador hidráulico (26) y el segundo fluido (20) (por ejemplo, fluido "frac" de baja presión) puede entrar en el turbocargador hidráulico (26) en un segundo lado. En la operación, el flujo del primer fluido (18) conduce una primera turbina acoplada a un vástago. Cuando la primera turbina rota, el vástago transfiere potencia a una segunda turbina que aumenta la presión del segundo fluido (20), que conduce el segundo fluido (20) fuera del turbocargador hidráulico (26) y hacia abajo de la aplicación descendente (24) (por ejemplo, un pozo) durante las operaciones de fracturación. En una configuración, el sistema de transferencia de energía hidráulica (16) puede incluir un intercambiador de presión isobárica (IPX) (28), el primer fluido (18) (por ejemplo, un fluido libre de apuntalante de alta presión) entra por un primer lado del sistema de transferencia de energía hidráulica (16), donde el primer fluido contacta con el segundo fluido (20) (por ejemplo, un fluido "frac" de baja presión) que entra en el IPX (28) en un segundo lado. El contacto entre los fluidos posibilita que el primer fluido (18) aumente la presión del segundo fluido (20), que conduce al segundo fluido (20) fuera del IPX (28) y hacia abajo de la aplicación descendente (24) (por ejemplo, un pozo) para las operaciones de fracturación. El primer fluido (18) sale, de forma similar, del IPX (28), pero a una baja presión, después del intercambio de presión con el segundo fluido (20).

(0014) Tal y como se usa aquí, el IPX (28) puede definirse generalmente como un dispositivo que transfiere la presión del fluido entre una corriente de entrada de alta presión y una corriente de entrada de baja presión con eficiencias en exceso de aproximadamente un 50%, 60%, 70% ó 80%, sin utilizar tecnología centrífuga. En este contexto, la presión alta hace referencia a presiones mayores que la presión baja. La corriente de entrada de baja presión del IPX (28) puede ser presurizada y salir del IPX (28) a una alta presión (por ejemplo, a una presión mayor que aquella de la corriente de entrada de baja presión) y la corriente de entrada de alta presión puede ser despresurizada y salir del IPX (28) a una presión baja (por ejemplo, a una presión menor que aquella de la corriente de entrada de alta presión). Adicionalmente, el IPX (28) puede operar con el fluido de alta presión aplicando directamente una fuerza para presurizar el fluido de baja presión, con o sin un separador de fluido entre los fluidos. Ejemplos de separadores de fluido que se pueden usar con el IPX (28) incluyen (pero no están limitados) pistones, revestimientos, diafragmas y similares. En ciertas configuraciones, el IPX (28) puede incluir uno o más dispositivos rotatorios (por ejemplo, IPX rotatorio), tales como aquéllos fabricados por Energy Recovery, Inc. de San Leandro, CA. El IPX rotatorio puede no tener ninguna válvula separada, habida cuenta que la acción de la válvula efectiva se realiza internamente en el dispositivo a través del movimiento relativo de un rotor en relación con los recubrimientos de los extremos, como se describe en detalle más abajo, en relación con la FIG. 2. Los IPXs rotatorios pueden estar diseñados para operar con pistones internos para aislar fluidos y transferir la presión con un mezclado relativamente pequeño de las corrientes de fluido de entrada. En ciertas configuraciones, el IPX (28) puede incluir uno o más IPXs rotatorios reciprocantes, pudiendo cada uno de ellos incluir un pistón que se mueve hacia atrás y hacia adelante en un cilindro para transferir la presión entre las corrientes de fluido. Uno o más IPXs (28) se pueden usar en las configuraciones expuestas, tales como (pero no estando limitadas) IPX(s) rotatorios, IPX(s) reciprocantes o cualquier combinación de los mismos. Adicionalmente, el IPX (28) puede disponerse en un dispositivo deslizante separado de los otros componentes de un sistema de manipulación del fluido (por ejemplo, un equipo de fracturación o el sistema "frac" (10)), que puede ser deseable en situaciones en las cuales el IPX (28) se añade a un sistema de manipulación del fluido existente.

(0015) La FIG. 2 es una vista detallada de una configuración del IPX (28) (por ejemplo, un IPX rotatorio). En la configuración ilustrada, el IPX (28) puede incluir una parte del cuerpo, que generalmente es cilíndrica (40), que incluye una carcasa (42) y un rotor (44). El IPX (28) puede incluir también dos estructuras de los extremos (46 y 48) que incluyen colectores (50 y 52), respectivamente. El colector (50) incluye puertos de entrada y de salida (54 y 56), y el colector (52) incluye puertos de entrada y de salida (60 y 58). Por ejemplo, el puerto de entrada (54) puede recibir un primer fluido de alta presión y el puerto de salida (56) puede usarse para dirigir un primer fluido de baja presión hacia afuera del IPX (28). Similarmente, el puerto de entrada (60) puede recibir un segundo fluido de baja presión y el puerto de salida (58) puede usarse para dirigir un segundo fluido de alta presión hacia afuera del IPX (28). Las estructuras de los extremos (46 y 48) incluyen, generalmente, placas de los extremos planas (62 y 64), respectivamente, dispuestas dentro de los colectores (50 y 52), respectivamente, y adaptadas para el contacto de sellado del fluido con el rotor (44). El rotor (44) puede ser cilíndrico y estar dispuesto en la carcasa (42) y está preparado para la rotación alrededor de un eje longitudinal (66) del rotor (44). El rotor (44) puede tener una multitud de canales (68) que se extienden, fundamentalmente, longitudinalmente a través del rotor (44), con aberturas (70 y 72) en cada extremo dispuestas simétricamente alrededor del eje longitudinal (66). Las aberturas (70 y 72) del rotor (44) están dispuestas para la comunicación hidráulica con las placas de los extremos (62 y 64) y las aberturas de entrada y salida (74 y 76, y 78 y 80) están dispuestas de tal modo que, durante la rotación, alternativamente exponen hidráulicamente el fluido a una alta presión y el fluido a una baja presión a los colectores (50 y 52) respectivos. Los puertos de entrada y salida (54, 56, 58 y 60) de los colectores (50 y 52) forman, al menos, un par de puertos para el fluido de alta presión en un elemento del extremo (46 ó 48) y, al menos, un par de puertos para el fluido de baja presión en el elemento del extremo opuesto (48 ó 46). Las placas de los extremos (62 y 64) y las aberturas de entrada y salida (74 y 76, y 78 y 80) están diseñadas con secciones cruzadas de flujo perpendicular en la forma de arcos o segmentos de un círculo.

(0016) Con respecto al IPX (28), un operador de la planta tiene control de la medida del mezclado entre el primer y el segundo fluido (18 y 20), que puede usarse para mejorar la operatividad del sistema de manipulación del fluido (por ejemplo, el equipo de fracturación o el sistema "frac" (10)). Por ejemplo, la variación de las proporciones del primer y el segundo fluido (18 y 20) que entran en el IPX (28) permite que el operador de la planta controle la cantidad del fluido que se mezcla dentro del sistema de manipulación del fluido. Tres características del IPX (28) que pueden afectar al mezclado son: (1) la relación de aspecto de los canales del rotor (68), (2) la corta duración de la exposición entre el primer y el segundo fluido (18 y 20), y (3) la creación de una barrera de fluido (por ejemplo, una interfaz) entre el primer y el segundo fluido dentro de los canales del rotor (68). Primeramente, los canales del rotor (68), generalmente, son largos y estrechos, lo cual estabiliza el flujo dentro del IPX (28). Adicionalmente, el primer y el segundo fluido (18 y 20) pueden moverse a través de los canales (68) en un régimen de flujo de pistón con un mezclado axial muy pequeño. En segundo lugar, en ciertas configuraciones, a una velocidad de rotor de aproximadamente 1200 rotaciones por minuto (RPM), el tiempo de contacto entre el primer y el segundo fluido (18 y 20) puede ser menor a aproximadamente 0.15 segundos, 0.10 segundos ó 0.05 segundos, lo cual limita de nuevo el mezclado de las corrientes (18 y 20). En tercer lugar, una parte pequeña del canal del rotor (68) se usa para el intercambio de la presión entre el primer y el segundo fluido (18 y 20). Por ello, un volumen del fluido permanece en el canal (68) como una barrera entre el primer y el segundo fluido (18 y 20). Todos estos mecanismos pueden limitar el mezclado dentro del IPX (28).

(0017) Adicionalmente, debido a que el IPX (28) está configurado para ser expuesto al primer y segundo fluido (18 y 20), ciertos componentes del IPX (28) pueden fabricarse de materiales compatibles con los componentes del primer

y del segundo fluido (18 y 20). Adicionalmente, ciertos componentes del IPX (28) pueden ser configurados para ser físicamente compatibles con otros componentes del sistema de manipulación del fluido (por ejemplo, el equipo de fracturación o el sistema "frac" (10)). Por ejemplo, los puertos (54, 56, 58 y 60) pueden comprender conectores embridados para que sean compatibles con otros conectores embridados existentes en las tuberías del sistema de manipulación del fluido. En otras configuraciones, los puertos (54, 56, 58 y 60) pueden comprender conectores roscados o de otros tipos.

(0018) La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una configuración del IPX (28) (por ejemplo, IPX rotatorio) de la FIG. 2 acoplado a un sistema de filtración (90). En la configuración ilustrada, el IPX (28) está orientado con respecto al eje axial (92), un eje radial (94) y un eje circunferencial (96). En la operación, el IPX (28) usa un rotor (100) (por ejemplo, el rotor (44) en la FIG. 2) para transferir presión desde el primer fluido (18), bombeado por la bomba de alta presión (12), al segundo fluido (20), bombeado por la bomba de presión más baja (14). El primer fluido (18) y/o el segundo fluido (20) puede ser un fluido altamente viscoso o un fluido cargado de partículas. A lo largo del tiempo, estos fluidos (18 y 20) pueden ralentizar o bloquear la rotación del rotor (100) o incluso puede bloquear el arranque del IPX (28), dejando fluido de previas operaciones. Correspondientemente, el IPX (28) incluye el sistema de lubricación (98) que puede bombear (por ejemplo, a través de una bomba, tal como la bomba de alta presión (12) o una bomba específica, como se expondrá en las FIGS. 8-10) o dirigir un fluido de lubricación a través del IPX (28) antes, durante y/o después de la operación del IPX (28) para lubricar los componentes rotatorios del IPX (28) durante la operación.

(0019) En ciertas configuraciones, el sistema de lubricación (98) está acoplado fluidamente con el sistema de filtración (90) que filtra hacia afuera las partículas suspendidas dentro del fluido de lubricación antes de que el fluido de lubricación se suministre al IPX (28). En ciertas configuraciones, el sistema de filtración (90) recibe una pequeña fracción del fluido de alta presión (18) desde la bomba de alta presión (12), como una pequeña cantidad de fluido de alta presión libre de apuntalante (por ejemplo, agua). Correspondientemente, el sistema de filtración (90) puede filtrar la pequeña fracción del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)), que fluye dentro del IPX (28) como fluido de lubricación.

(0020) Como se puede apreciar, el fluido de lubricación limpio, como se indica mediante las flechas (91), puede dirigirse adentro del IPX (28) a través del canal de flujo de lubricación que está separado del flujo total del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)). El canal de lubricación separado puede ser externo, una carcasa IPX (102) (por ejemplo, la carcasa (42)) o puede estar integrado en la carcasa del IPX (102), como se expone en las configuraciones ilustradas en las FIGS. 4-7. El canal separado permite al sistema de filtración (90) operar independientemente o simultáneamente con las operaciones del estado constante del IPX (28). Por ejemplo, el sistema de lubricación (98) puede proporcionar al IPX (28) el fluido de lubricación limpio antes y/o durante las operaciones del estado constante del IPX (28).

(0021) En ciertas configuraciones, el IPX (28) incluye un controlador (104) acoplado a un procesador (106) y una memoria (108) que almacena instrucciones ejecutables por el procesador (106) para controlar el sistema de filtración (90) y/o el sistema de lubricación (98). Por ejemplo, el controlador (104) puede controlar una o más válvulas (por ejemplo, actuadores electrónicos que abren y cierran válvulas), filtros, caudal, etc. del sistema de filtración (90) y/o el sistema de lubricación (98). Además, el controlador (104) puede comunicarse con uno o más sensores dispuestos a lo largo del sistema de transferencia de energía hidráulica (16), tales como, por ejemplo, sensores de velocidad rotacional, sensores de presión, sensores de caudal, sensores acústicos, etc. Los sensores pueden suministrar una entrada al controlador (104) relacionada con las operaciones de varios sistemas, incluyendo cualquier eficiencia reducida dentro del IPX (28). Por ejemplo, los sensores pueden detectar un aumento en la cantidad de partículas dentro del fluido de lubricación, que puede impedir que el fluido de lubricación lubrique adecuadamente al IPX (28). En respuesta a la entrada desde los sensores, el controlador (104) puede monitorear y controlar el IPX (28) para determinar cualquier cambio de operación necesaria que se ha de realizar en el sistema de filtración (90). Por ejemplo, el controlador (104) puede aumentar el flujo del fluido de lubricación al sistema de filtración (90), aumentar el número de filtros operacionales, aumentar o disminuir la velocidad del flujo del fluido de lubricación hacia adentro del sistema de filtración (90), aumentar la cantidad de partículas retiradas del fluido de lubricación, etc.

(0022) En ciertas configuraciones, el canal de lubricación y el fluido de lubricación limpio (por ejemplo, el fluido de lubricación al que se le han retirado las partículas a través del sistema de filtración) puede ser suministrado a través de una o más aberturas (110) dispuestas a lo largo del eje axial (92). Una o más aberturas (110) pueden atravesar el cuerpo del IPX, como a través de la carcasa del IPX (102) y/o a través de los manguitos del rotor (112). Por ejemplo, las aberturas (110) pueden estar a lo largo del eje axial (92) del IPX (28) y/o pueden estar dispuestas circunferencialmente alrededor del eje circunferencial (96) del IPX (28). Por ejemplo, la carcasa del IPX (102) puede tener una primera abertura (114) posicionada axialmente entre un primer recubrimiento del extremo (116) y el rotor (100) y una segunda abertura (118) posicionada axialmente entre un segundo recubrimiento del extremo (120) y el rotor (100), de manera que la primera y segunda aberturas (114 y 118) proporcionan un canal a través de la carcasa del IPX (102). A modo de otro ejemplo, la carcasa del IPX (102) puede incluir una tercera abertura (122) posicionada axialmente a lo largo del rotor (100), de manera que la misma proporciona un canal (124) a través de la carcasa del IPX (102) y del manguito del rotor (112). Una o más aberturas (110) dirigen el fluido de lubricación limpio hacia adentro de huecos entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112), y proporcionan el fluido de lubricación libre de partículas para la lubricación de los componentes rotatorios del IPX (28). En ciertas configuraciones, los recubrimientos de los extremos (116 y 120) y uno o más obturadores ó anillos en O (126) pueden retener el fluido de

lubricación limpio dentro de los huecos entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112).

(0023) En ciertas configuraciones, el rotor (100) puede estar acoplado a un motor (101) para accionar la rotación del rotor (100). El motor (101) puede acoplarse al controlador (104), de manera que la operación del motor (101) es controlada por el controlador (104) para regular la operación y/o la velocidad rotacional del rotor (100). El rotor (100) puede estar accionado parcialmente o completamente por el motor (101). El motor (101) puede ser un motor eléctrico, un accionamiento neumático, un accionamiento hidráulico, etc. En algunas configuraciones, la bomba (por ejemplo, la bomba de alta presión (12) o una bomba específica, como se expondrá en las FIGS. 8-10) del sistema de lubricación (98) puede estar acoplado al motor (101). Como tal, la operación (por ejemplo, el caudal de bombeo, la velocidad de bombeo, la presión de bombeo, el volumen de bombeo, etc.) de la bomba puede combinarse con la operación del rotor (100). Por ejemplo, la operación de una bomba de desplazamiento positivo puede regularse para proporcionar un caudal de fluido de lubricación que sea proporcional a la velocidad rotacional del rotor (100). Por ejemplo, la operación de una bomba de desplazamiento positivo puede regularse para proporcionar un caudal de fluido de lubricación que sea proporcional a la velocidad rotacional del rotor (100).

(0024) En ciertas configuraciones, el fluido de lubricación (por ejemplo, el fluido de lubricación antes de entrar en el sistema de filtración (90) y/o en el sistema de lubricación (98), o el fluido de lubricación después de ser tratado por el sistema de filtración (90) y/o el sistema de lubricación (98)) puede ser dirigido (por ejemplo, a través de recorridos de direccionamiento internos o externos al IPX (28)) a un sistema de control de temperatura (99) para regular (por ejemplo, el aumento o la disminución) la temperatura del fluido de lubricación. El sistema de control de temperatura (99) puede ser cualquier intercambiador de calor adecuado. Como se expondrá en más detalle, el fluido de lubricación puede servir para proporcionar un enfriamiento o un calentamiento local y/o total al IPX (28).

(0025) La FIG. 4 es un diagrama esquemático de una configuración del IPX (28) de la FIG. 2, que ilustra una configuración de un sistema de filtración integrado (130) con una multitud de filtros (132). En la configuración ilustrada, el sistema de filtración (90) está integrado con la carcasa del IPX (102). Además, el sistema de filtración (90) recibe una pequeña parte (134) del primer fluido (18) bombeado por la bomba de alta presión (12) desde el caudal total del fluido de alta presión proporcionado al IPX (28). De este modo, la pequeña parte (134) del primer fluido (18) bombeado al IPX (28) está funcionando cuando el fluido de lubricación puede ser filtrado a través de un canal separado (136) antes de ser dirigido a través de una o más aberturas (110) a los huecos entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112).

(0026) El sistema de filtración (90) puede utilizar uno o más tipos diferentes de técnicas de filtración y puede incluir uno o más diferentes tipos de dispositivos o equipos de filtración. Por ejemplo, en ciertas configuraciones, el sistema de filtración (90) incluye uno o más diferentes tipos de filtros, incluyendo filtros de cartuchos, filtros lentos de arena, filtros rápidos de arena, filtros de presión, filtros de bolsa, filtros de membrana, filtros de micro-materiales granulares, coladores re-lavables, filtros de arena re-lavables, hidrociclones, etc. Además, el sistema de filtración (90) puede incluir una multitud de filtros (132), incluyendo uno o más filtros de cada tipo dentro del sistema de filtración (90). En ciertas configuraciones, los filtros (132) pueden estar dispuestos alrededor del eje axial (92), del eje radial (94), del eje circunferencial (96) o en cualquier otra combinación. Por ejemplo, la multitud de filtros (132) pueden disponerse concéntricamente alrededor del eje circunferencial (96) del sistema de filtración (90). En otras configuraciones, la multitud de filtros (132) pueden disponerse en otros patrones o disposiciones, y puede espaciarse a cierta distancia, dispuestos aleatoriamente, etc.

(0027) La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema de filtración integrado (130) de la FIG. 4, que ilustra un sistema de filtración de sedimentación (140). Por ejemplo, el sistema de filtración de sedimentación (140) puede incluir una o más regiones (142), en las cuales se acumulan diferentes tipos y tamaños de partículas (144), antes de ser dirigidas fuera del sistema de filtración de sedimentación (140). En algunas configuraciones, el sistema de filtración de sedimentación (140) puede incluir tanques de sedimentación, cavidades, reservas, contenedores, etc. (141). Además, la cavidad o tanque (141) del sistema de filtración de sedimentación (140) puede estar adyacente y/o rodeando el IPX (28). En la configuración ilustrada, el sistema de filtración (90) puede estar integrado dentro de la carcasa del IPX (102), como se ilustró en la FIG. 4. En particular, el sistema de filtración (90) puede ser el sistema de filtración de sedimentación (140) que se puede extender a lo largo de una distancia (146) del cuerpo del IPX (28). En algunas configuraciones, la longitud o distancia (146) del sistema de filtración de sedimentación (140) puede ser personalizado basándose en el tipo y/o grado de filtración deseado para el IPX (28). En ciertas configuraciones, las partículas acumuladas (142) (por ejemplo, las partículas filtradas fuera del flujo de lubricación) puede ser dirigida de vuelta a un flujo de fluido de alta presión.

(0028) En la configuración ilustrada, el sistema de filtración de sedimentación (140) recibe una pequeña parte (134) del fluido de alta presión del flujo total del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)) proporcionado al IPX (28), tal como una pequeña cantidad de fluido libre de apuntalante de alta presión (por ejemplo, agua). La pequeña parte del fluido de alta presión puede utilizarse como un fluido de lubricación dentro del IPX (28). Tal y como se hizo referencia arriba con respecto a la FIG. 4, la pequeña parte (134) del primer fluido (18) bombeada al IPX (28) que está funcionando como el fluido de lubricación puede ser filtrado a través del canal separado (136) antes de ser dirigido a través de una o más aberturas (110) a los huecos entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112) y/o a los huecos entre otras regiones de cojinetes o de lubricación. Correspondientemente, se debe tener en cuenta que, en la configuración ilustrada, una parte del flujo total del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)) puede que no sea filtrada, mientras que, en otras configuraciones, las partes adicionales del flujo o el

flujo total completo del fluido de alta presión puede ser filtrado con el sistema de filtración (90). En algunas configuraciones, esta parte puede ser una pequeña parte, mientras que, en otras configuraciones, esta parte puede ser una parte grande del flujo total completo del fluido de alta presión. La parte del flujo total del fluido de alta presión puede determinarse por la cantidad deseada de fluido de lubricación.

5 (0029) El fluido de lubricación puede ser procesado a través del sistema de filtración de sedimentación (140) para limpiar y retirar cualquier partícula antes de que el fluido de lubricación limpio (91) sea dirigido a través de una o más aberturas (110) hacia el hueco entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112). El tanque de sedimentación (141) puede ser un tanque o cavidad individual o puede incluir una o más series de tanques, en los cuales cada tanque
10 está configurado para filtrar hacia afuera varios tamaños de partículas (144). En ciertas configuraciones, el fluido de lubricación puede pasar a través de la longitud del tanque de sedimentación (141) con una velocidad de flujo lenta, de manera que las partículas (144) se sedimentan debido a la gravedad. Por ejemplo, en la configuración ilustrada, las partículas más grandes y gruesas (148) pueden sedimentarse fuera del primer fluido de lubricación, seguido por partículas intermedias (150) y/o partículas más finas (152). Se debe tener en cuenta que las partículas intermedias
15 (150) y/o las partículas más finas (152) pueden sedimentarse fuera del fluido de lubricación, basándose en la velocidad del flujo y/o en la longitud (146) del sistema de filtración de sedimentación (140). Por ejemplo, las partículas más finas (152) pueden filtrarse a través de regiones (142) del sistema de filtración de sedimentación (140), en las cuales la velocidad del flujo es muy lenta. En algunas configuraciones, una parte del fluido de lubricación (por ejemplo, el exceso del fluido de lubricación), como se indica mediante las flechas (154), puede ser
20 dirigido al flujo del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)) suministrado al IPX (28).

(0030) La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una configuración del sistema de filtración (90) de la FIG. 3, que ilustra un sistema de filtración de separación centrífuga (160). En la configuración ilustrada, el sistema de filtración (90) puede estar integrado dentro de la carcasa del IPX (102), como se ilustra en la FIG. 4, y/o el sistema de
25 filtración (90) puede estar externo a los componentes del IPX, como se ilustra en la FIG. 3. El sistema de filtración centrífuga (160) puede utilizar fuerzas centrípetas y la resistencia del fluido para separar y/o clasificar partículas, de este modo, filtrando y/o limpiando el fluido de lubricación antes de suministrar el fluido de lubricación limpio (91) al hueco entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112) y/o a los huecos entre otras regiones de cojinetes o de lubricación.

30 (0031) En ciertas configuraciones, el sistema de filtración centrífuga (160) puede incluir una entrada (162) configurada para recibir la pequeña parte (134) del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)) del flujo total del fluido de alta presión suministrado al IPX (28), tal como una pequeña parte del fluido de alta presión libre de apuntalante (por ejemplo, agua). En otras configuraciones, la entrada (162) puede estar configurada para recibir la
35 pequeña parte (134) del fluido de alta presión directamente desde la bomba de alta presión (12). El sistema de filtración centrífuga (160) puede incluir una variedad de geometrías y puede incluir una región ciclónica (164) que tenga un vórtice y/o un ápice (166). En particular, el sistema de filtración centrífuga (160) puede estar configurado para retirar partículas suspendidas dentro del fluido de lubricación que son (más o) menos densas que el fluido circundante, y puede hacerlo así basándose en las características del flujo del fluido a través de la entrada y la
40 geometría de la región ciclónica (164). En la configuración ilustrada, las partículas más densas (168) pueden ser retiradas en el ápice (166) y ser dirigidas de vuelta (por ejemplo, indicado por una flecha (170)) al flujo del fluido de alta presión (por ejemplo, el primer fluido (18)) suministrado al IPX (28). Además, el fluido de lubricación limpio puede estar en una región de rebose (172) de la región ciclónica (164), y puede ser suministrado al IPX (28), de manera que se encuentra en entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112) y/o huecos entre otras regiones de
45 cojinetes o de lubricación. En efecto, el sistema de filtración centrífuga (160) puede no requerir ninguna parte móvil adicional ni/o ningún mantenimiento, porque cualquier partícula indeseada filtrada hacia afuera del fluido de lubricación puede ser dirigido de vuelta al primer fluido (18) (por ejemplo, fluido de alta presión).

50 (0032) La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una configuración del IPX (28) de la FIG. 2, que ilustra el sistema de filtración (90) dispuesto dentro del rotor (100). En la configuración ilustrada, el sistema de filtración (90) puede ser integrado dentro del rotor (100) del IPX (28). En particular, el sistema de filtración (90) puede estar incorporado dentro de una región central (180) del IPX (28), como a través del espacio cilíndrico dentro del rotor (100). En particular, el sistema de filtración (90) recibe una pequeña parte (134) del primer fluido (18) bombeada por la bomba de alta presión (12) a partir del flujo total del fluido de alta presión suministrado al IPX (28). Además, el sistema de
55 filtración (90) dispuesto a través del rotor (100) puede incluir una o más técnicas/métodos de filtración y/o uno o más dispositivos de filtración, tal como cualquiera de los descritos arriba en relación con las FIGS. 3-6. En ciertas configuraciones, el sistema de filtración (90) puede utilizar la rotación del rotor (100) para mejorar la separación centrífuga. Una vez que el fluido de lubricación está filtrado, el fluido de lubricación limpio (91) puede salir de la región del rotor del IPX (28) a través de una o más aberturas (110), y puede fluir hacia los huecos entre el rotor (100) y el manguito del rotor (112) y/o hacia los huecos entre otras regiones de cojinetes o de lubricación, como se describió arriba.

60 (0033) La FIG. 8 es un diagrama en bloque de una configuración del IPX (28) de la FIG. 2 acoplada al sistema de lubricación (98) para suministrar el fluido de lubricación al IPX (28). En la configuración ilustrada, el sistema de lubricación (98) puede incluir una fuente de fluido específica (190) y una bomba específica (192) (por ejemplo, una bomba externa o interna) para bombear un fluido desde la fuente del fluido (190) al IPX (28). La bomba (192) puede ser una bomba de desplazamiento positivo o una bomba centrífuga, y puede usarse en combinación con una o más válvulas. En particular, la bomba (192) puede aumentar la presión del fluido que entra en el IPX (28). El fluido

5 suministrado por la fuente del fluido (190) puede ser un fluido de lubricación y/o un fluido de enjuague (por ejemplo, enjuagando las áreas del cojinete y del sellado de contaminantes y/o partículas). En ciertas configuraciones, el sistema de lubricación (98) puede incluir un filtro y/o un separador (194) para filtrar y/o limpiar el fluido antes de que el fluido entre en el IPX (28). El filtro y/o el separador (194) puede ser cualquier sistema de filtración adecuado expuesto arriba (por ejemplo, sistemas (90, 130, 140 y 160) o una combinación de los mismos.

10 (0034) La FIG. 9 es un diagrama de bloque de una configuración del IPX (28) de la FIG. 2 acoplado al sistema de lubricación (98) para proporcionar fluido de lubricación al IPX (28). En la configuración ilustrada, el sistema de lubricación (98) incluye una bomba específica (192), como se expuso arriba, y en lugar de la fuente de fluido específica (190) se utiliza una fracción (por ejemplo, la parte pequeña (134)) del primer fluido (18) como el fluido de lubricación. En ciertas configuraciones, el sistema de lubricación (98) puede incluir el filtro y/o separador (194) para filtrar y/o limpiar la parte de la pequeña parte (134) del primer fluido (18) antes de que entre en el IPX (28). El filtro y/o separador (194) puede ser cualquier sistema de filtración adecuado expuesto arriba (por ejemplo, sistemas (90, 130, 140 y 160) o una combinación de los mismos. La bomba (192) puede impulsar la presión de la pequeña parte (134) del primer fluido (18). La bomba (192) puede suministrar presión para combatir que las pérdidas de presión traspasen a través del filtro y/o del separador (194). La bomba (192) puede proporcionar una presión adicional al fluido o al fluido de lubricación que fluye hacia adentro del IPX (28).

20 (0035) Debería tenerse en cuenta que el término "fluido de lubricación" puede servir para varias funciones o una combinación de las mismas. Primeramente, el fluido de lubricación puede servir para proporcionar cojinetes de fluido, que funcionen como cojinetes hidrostáticos, cojinetes hidrodinámicos o una combinación de los mismos. En segundo lugar, el fluido de lubricación puede servir para enjuagar y/o limpiar las áreas selladas, tales como sellos formados por estrechos espacios en el IPX (28). En tercer lugar, el fluido de lubricación puede servir para enjuagar y/o limpiar impurezas o partículas de las áreas de los cojinetes. En cuarto lugar, el fluido de lubricación puede servir para proporcionar un enfriamiento o un calentamiento local y/o total al IPX (28). Según esto, varias configuraciones presentes están dirigidas a controlar los fluidos que entran y/o fluyen dentro del IPX (28) (por ejemplo, controlar uno o más recorridos de flujo de fluidos) y/o a la operación del IPX (28). Por ejemplo, el fluido de lubricación puede fluir por uno o más recorridos de flujos, tales como recorridos de flujo del primer fluido (18), el segundo fluido (20), el fluido "frac" de alta presión (22) y el fluido "frac" de baja presión (23). Por ejemplo, el fluido de lubricación puede ser controlado para entrar en el IPX (28) a una presión igual o mayor que aquélla del primer fluido (18).

35 (0036) Teniendo en cuenta lo anterior mencionado, la FIG. 10 muestra un diagrama en bloque de una configuración del sistema de lubricación (98), acoplado operativamente a un controlador (200). En la configuración ilustrada, el sistema del fluido de lubricación (98) incluye una fuente de fluido (202), que puede ser la fuente de fluido específica (190), como se expuso en la FIG. 8 o puede ser una pequeña parte (134) del primer fluido (18), como se expuso en la FIG. 9. El sistema de fluido de lubricación (118) puede incluir también la bomba (192) (por ejemplo, una bomba específica, interna o externa) y puede incluir opcionalmente el filtro y/o el separador (194), como se expuso arriba. Se valora que, al menos, una parte de la operación del IPX (28) y la operación del sistema del fluido de lubricación (98) sean controladas por el controlador (200) para regular el caudal, el volumen del flujo, la presión y/o la temperatura del fluido de lubricación y/u otros fluidos (por ejemplo, el primer fluido (18)), dependiendo del direccionamiento del fluido de lubricación (por ejemplo, el recorrido del flujo y dónde entra el fluido de lubricación en el IPX (28)).

45 (0037) El controlador (200) incluye una memoria (204) (por ejemplo, un medio legible por ordenador no transitorio / un circuito de memoria) que almacena uno o más conjuntos de instrucciones (por ejemplo, instrucciones ejecutables por un procesador) implementadas para controlar o regular, al menos, una parte de la operación del IPX (28) y la operación del sistema de lubricación (98). El controlador (200) incluye también uno o más procesadores (206) configurados para acceder y ejecutar una o más series de instrucciones codificadas por la memoria (204), asociada a, al menos, una parte de la operación del IPX (28) y de la operación del sistema de lubricación (98). La memoria (204) puede incluir una memoria volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de sólo lectura (ROM), unidades ópticas, unidades de disco duro o unidades de estado sólido. Uno o más procesadores (206) pueden incluir uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASICs), uno o más matrices de puerta programables en campo (FPGAs), uno o más procesadores de finalidad general o una combinación de los mismos. Además, el procesador del término no está limitado sólo a aquellos circuitos integrados a los que se hace referencia en la técnica como procesadores, sino que ampliamente se refiere a ordenadores, procesadores, microcontroladores, microordenadores, controladores lógicos programables, circuitos integrados específicos de la aplicación y otros circuitos programables.

60 (0038) Además, el controlador (200) puede estar acoplado de forma comunicativa a uno o más sensores (208) para recoger datos relativos al flujo del fluido, tal como el caudal, el volumen del flujo, la presión, la temperatura del fluido de lubricación, el primer fluido (18), el segundo fluido (20), el fluido del proceso principal (por ejemplo, el primer fluido limpio o filtrado (18) y/o el segundo fluido (20), etc. Uno o más sensores (208) pueden incluir (pero no quedan limitados) sensores de presión, sensores de temperatura, medidores de flujo y sensores de flujo. Uno o más sensores (208) pueden disponerse en cualquier lugar adecuado a lo largo de recorridos de flujo del fluido para obtener datos relativos al flujo del fluido de interés, después de recibir instrucción(es) o señal(es) de control del controlador (200). En algunas configuraciones, el controlador (200) y el controlador (104) (en la FIG. 3) son el mismo controlador.

(0039) La presión del fluido de lubricación entrando en el IPX (28) puede depender de la presión del primer fluido (18) como en la FIG. 9 (por ejemplo, la pequeña parte (134) del primer fluido (18) está dirigido para servir como el fluido de lubricación) y/o puede depender de la presión del fluido que fluye fuera de la bomba (192), como en las FIGS. 8 y 9. Adicionalmente, la presión del fluido de lubricación que entra en el IPX (28) puede depender de la operación del filtro y/o del separador (194). Por ejemplo, el fluido que pasa a través del filtro y/o del separador (194) puede sufrir ciertas pérdidas de presión. De este modo, para controlar o regular la presión del fluido de lubricación que entra en el IPX (28), en una configuración, para controlar la presión del primer fluido (18) y/o la presión de la pequeña parte (134) del primer fluido (18) dirigido para servir como el fluido de lubricación, el controlador (200) está acoplado operativamente a una o más válvulas dispuestas a lo largo del recorrido del flujo del primer fluido (18), a lo largo del recorrido del flujo de la pequeña parte (134) del primer fluido (18) de la bomba de alta presión (12) o de una combinación de los anteriores. En una configuración, el controlador (200) está acoplado operativamente a la bomba (192) para controlar o regular la presión del flujo del fluido (por ejemplo, el fluido de lubricación) fuera de la bomba (192). En una configuración, el controlador (200) puede controlar o regular la bomba (192) para aumentar la presión para prevenir que se produzcan pérdidas de presión en el filtro y/o en el separador (194).

(0040) En ciertas configuraciones, la bomba (192) como se muestra en las FIGS. 8-10 puede estar acoplada al motor (101). De este modo, la operación (por ejemplo, el caudal de bombeo, la velocidad, la presión, el volumen, etc.) de la bomba (192) puede estar regulada para combinar la operación del rotor (100). Por ejemplo, la bomba (192) puede ser una bomba de desplazamiento y puede ser regulada para suministrar un caudal de lubricación que sea proporcional a la velocidad rotacional del rotor (100).

(0041) Además, el controlador (200) puede controlar o regular el flujo del fluido de lubricación (por ejemplo, el caudal, el volumen de flujo) hacia adentro del IPX (28), dependiendo de la dirección del fluido de lubricación (por ejemplo, por dónde entra el fluido de lubricación en el IPX (28)), como se expondrá en la FIG. 11. La FIG. 11 muestra diagramas de circuitos parciales del fluido de lubricación. En la configuración ilustrada, un símbolo de resistencia (210) representa la resistencia (por ejemplo, la resistencia del flujo) del recorrido del fluido de lubricación u otra resistencia del fluido, una flecha representa la dirección del fluido y un símbolo de círculo representa una presión de un interés de ubicación. En particular, un círculo (212) representa la presión del fluido de lubricación en una entrada hacia adentro del IPX (28), un círculo (214) representa la presión del primer fluido (18) en la entrada del fluido de alta presión hacia adentro del IPX (28), un círculo (216) representa la presión del fluido dentro del IPX (28), en el cual puede haber un mezclado entre el primer fluido (18) y el segundo fluido (20), y un círculo (218) representa la presión del segundo fluido (20) en la entrada del fluido de baja presión hacia adentro del IPX (28).

(0042) En un diagrama de circuito parcial a modo de ejemplo (220), el fluido de lubricación fluye a una región interna del IPX (28), donde la presión (216) es un valor intermedio entre la presión (214) y la presión (218). Correspondientemente, la presión del fluido de lubricación (212) puede ser mayor o menor que la presión (214). En otro diagrama de circuito parcial a modo de ejemplo (222), el fluido de lubricación puede fluir a cualquiera de las regiones internas del IPX (28), a la entrada de alta presión del primer fluido (18), a la entrada de baja presión del segundo fluido (20) o a una combinación de los mismos. Correspondientemente, puede ser deseable para el fluido de lubricación tener una presión (por ejemplo, la presión (212)) que sea igual o mayor que la presión (214). También se debería tener en cuenta que, cuando el caudal del fluido aumenta, la presión descendiente (por ejemplo, el punto en que se unen los fluidos) tendería a aumentar cuando un volumen mayor de fluido está fluyendo a través, cada cierto tiempo. En ciertas configuraciones, la(s) resistencia(s) puede(n) ser insignificante(s) entre la presión (212) en la entrada del fluido de lubricación y la presión (214) en la entrada de alta presión del primer fluido (18), y en este caso, un aumento en la presión o en el caudal del fluido de lubricación puede desplazar fundamentalmente el primer fluido (18).

(0043) Correspondientemente, el controlador (200) puede controlar o regular la operación de los correspondientes componentes del IPX (28) y los componentes del sistema de fluido de lubricación (98) (por ejemplo, una o más válvulas, la bomba de alta presión (12), la bomba de baja presión (14), la bomba (192), etc.) para incrementar o disminuir la presión, el caudal, el volumen de flujo o una combinación de los mismos, al menos, en parte, basándose en los conceptos expuestos en los diagramas de circuito parcial (220 y 222). Por ejemplo, en el caso de que el fluido de lubricación sea dirigido para entrar en la región interna del IPX (28), el controlador (200) puede controlar la bomba (192) y/o la(s) correspondiente(s) válvula(s) para regular la presión del fluido de lubricación (212), para que sea mayor o menor que la presión (214). Por ejemplo, en el caso de que el fluido de lubricación sea dirigido para entrar en cualquiera de las regiones internas del IPX (28), la entrada de alta presión del primer fluido (18) y/o la entrada de baja presión del segundo fluido (20) o una combinación de los anteriores, el controlador (200) puede controlar la bomba (192) y/o la(s) válvula(s) correspondiente(s) para aumentar la presión del fluido de lubricación, de manera que la presión del fluido de lubricación es igual o mayor que la presión del primer fluido (18) en la entrada de alta presión.

(0044) En algunas configuraciones, un algoritmo de control puede ser almacenado en la memoria (204) y puede ser ejecutable por el procesador (206) del controlador (200). El algoritmo de control, al ser ejecutado, puede modular los caudales de los respectivos fluidos (por ejemplo, el fluido bombeado hacia afuera mediante la bomba (92), la parte pequeña (134) del primer fluido (18)) proporcionalmente a la presión operativa del IPX (28) o a alguna función de la presión operativa del IPX (28), para suministrar una cantidad adecuada de fluido de lubricación al IPX (28). En algunas configuraciones, el controlador (200) puede cambiar el caudal o la presión del fluido de lubricación en respuesta a otras variables, tales como el desarrollo o la condición operativa del IPX (28). Por ejemplo, si el

desarrollo del IPX (28) disminuye como resultado de los cojinetes contaminados, el controlador (200) puede controlar los caudales de los respectivos fluidos (por ejemplo, el fluido bombeado fuera mediante la bomba (192), la pequeña parte (134) del primer fluido (18)) para aumentar el volumen del flujo y/o el caudal del fluido de lubricación hacia adentro del IPX (28). En algunas configuraciones, el controlador (200) puede controlar los caudales de los
5 respectivos fluidos (por ejemplo, el fluido bombeado hacia afuera mediante la bomba (92), la pequeña parte (134) del primer fluido (18)), basándose en la condición operativa del IPX, tales como las temperaturas (por ejemplo, la temperatura medida o la temperatura esperada), para suministrar un enfriamiento o un calentamiento adecuado al IPX (28). En algunas configuraciones, el controlador (200) puede controlar la temperatura de los respectivos fluidos (por ejemplo, el fluido bombeado hacia afuera mediante la bomba (92), la pequeña parte (134) del primer fluido (18))
10 basándose en temperaturas (por ejemplo, las temperaturas esperadas o las temperaturas medidas a través de uno o más sensores (208)) en el IPX (28) para suministrar un enfriamiento o un calentamiento adecuado al IPX (28).

(0045) Como se estableció arriba, el controlador (200) puede aumentar el caudal del fluido mediante el control de la bomba (192) (por ejemplo, una bomba de desplazamiento positiva, una bomba centrífuga) y/o a través del control de
15 una o más válvulas dispuestas a lo largo del respectivo recorrido de flujo. En algunas configuraciones, el controlador (200) puede controlar también la bomba (192) y/o las respectivas válvulas para causar un flujo en exceso que fluye dentro del fluido de proceso principal (por ejemplo, primer fluido limpio o filtrado (18) y/o segundo fluido (20)). La FIG. 12 es un diagrama esquemático de una configuración del IPX (28) acoplado al sistema de lubricación (98). En la configuración ilustrada, el fluido de lubricación suministrado por el sistema de lubricación (98) fluye hacia adentro
20 del IPX (28), como se indica por las flechas (230). Como se ilustra en el diagrama (232), el IPX (28) incluye uno o más obturadores, anillos en O u otros sellados adecuados (126) dispuestos entre el primer recubrimiento del extremo (116) y la carcasa del IPX (102) y entre el segundo recubrimiento del extremo (120) y la carcasa del IPX (102) en ambos extremos axiales, de manera que el fluido de lubricación está separado o aislado del fluido del proceso principal (por ejemplo, primer fluido limpio o filtrado (18) y/o segundo fluido (20)). Como se ilustra en el
25 diagrama (234), uno de los varios obturadores, anillos en O u otro sellado adecuado (126) dispuesto entre el primer recubrimiento del extremo (116) y la carcasa del IPX (102) están reemplazados por una válvula (236), de manera que el fluido de lubricación puede contactar o comunicarse con el fluido del proceso principal (por ejemplo, primer fluido limpio o filtrado (18) y/o segundo fluido (20)) dependiendo de la operación de la válvula (236) (por ejemplo, posición abierta/cerrada de la válvula). En algunas configuraciones, la válvula (236) es una válvula de chequeo para
30 permitir que el fluido de lubricación fluya hacia a dentro del fluido del proceso principal, pero que no fluya en la dirección contraria. En algunas configuraciones, la válvula (236) es una válvula de descarga de presión para ajustar o limitar la presión del fluido de lubricación. Como se puede valorar, si el fluido de lubricación está suministrado al IPX (28) a través de un recorrido de flujo separado, de manera que el fluido de lubricación esté separado o aislado del fluido del proceso principal (por ejemplo, como se ilustra en el diagrama (232)), la presión del fluido de
35 lubricación puede estar controlado principalmente a través de la operación de la bomba (192). Sin embargo, si el fluido de lubricación está en contacto o en comunicación con el fluido del proceso principal (por ejemplo, como se ilustra en el diagrama (234)), la presión del fluido de lubricación puede verse afectado por la operación de la bomba (192), la operación de la válvula (236), la presión del fluido del proceso principal o una combinación de los anteriores.

(0046) Mientras que la invención puede ser susceptible de varias modificaciones y formas alternativas, las configuraciones específicas se han mostrado mediante ejemplos en los dibujos y han sido descritos en detalle aquí. Sin embargo, se debe entender que la invención no pretende ser limitada a las formas particulares expuestas. Más bien, la invención ha de cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entran dentro del ámbito de
45 la invención, como se define por las reivindicaciones dependientes siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

5 un intercambiador de presión hidráulica (16, 28) configurado para intercambiar presiones entre un primer fluido (18) y un segundo fluido (20), en el cual una primera presión del primer fluido (18) es mayor que una segunda presión del segundo fluido (20); y uno o más filtros (90, 130, 140, 160) acoplado(s) al intercambiador de presión hidráulica (16, 28)

se caracterizan por que

10 un recorrido dentro de una carcasa (102) del intercambiador de presión hidráulica posibilita que una parte (134) del primer fluido (18) se desvíe para ser filtrado por uno o más filtros (90, 130, 140, 160) para producir un fluido de lubricación (91) que se use por el intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

2. El sistema de la reivindicación 1, en el cual:

15 uno o más sensores (208) están configurados para recoger datos del fluido relativos a una condición operativa del sistema; y

20 un controlador (104, 200) está configurado para controlar, al menos, una válvula (236) o una bomba (12, 192) para dirigir de forma selectiva el fluido de lubricación hacia adentro del intercambiador de presión hidráulica (16, 28), basándose en la condición operativa del sistema.

3. El sistema de la reivindicación 2, en el cual los datos del fluido comprenden un caudal, un volumen de flujo, una presión, una temperatura o una combinación de los anteriores.

25 4. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual uno o más filtros están integrados dentro de la carcasa (102) del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el intercambiador de presión hidráulica es un intercambiador de presión isobárica rotatorio, IPX (28).

30 6. El sistema de la reivindicación 5, en el cual el IPX rotatorio (28) comprende la carcasa (102), un rotor (100) dispuesto dentro de la carcasa (102), un primer recubrimiento del extremo (116) dispuesto dentro de la carcasa y un segundo recubrimiento del extremo (120) dispuesto dentro de la carcasa, en el cual el primer recubrimiento del extremo (116) interactúa con un primer recubrimiento axial del rotor (100), y en el cual el segundo recubrimiento del extremo (120) interactúa con un segundo extremo axial del rotor (100).

40 7. El sistema de la reivindicación 6, en el cual el primer recubrimiento del extremo (116) comprende una primera entrada de fluido (54) y en el cual el recorrido dentro de la carcasa posibilita que la parte (134) del primer fluido sea desviados desde una corriente ascendente de la primera entrada de fluido (54) hacia una ubicación axial de la carcasa (102) que está en corriente descendente del primer recubrimiento del extremo (116).

45 8. El sistema de la reivindicación 7, en el cual el recorrido desvía la parte (134) del primer fluido (18) a través de una abertura que se extiende a través de la carcasa (102), y en la cual el fluido de lubricación (91) pasa a través de un manguito (112) del intercambiador de presión hidráulica en la ubicación axial dentro de un hueco entre el rotor (100) y el manguito (112).

9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un intercambiador de calor (99) configurado para regular la temperatura del fluido de lubricación.

50 10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual uno o más filtros (90, 130, 140, 160) están físicamente conectados a la carcasa (102) del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

55 11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el sistema está configurado para dirigir el fluido de lubricación, a través de uno o más de los recorridos, de una bomba (192) o de una correspondiente válvula, (91) a uno o más de los siguientes:

- enfriar una o más regiones calentadas del intercambiador de presión hidráulica (16, 28); ó
- calentar una o más regiones enfriadas del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

60 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el sistema está configurado para dirigir el fluido de lubricación (91), a través de uno o más de los recorridos, de una bomba (192) o de una correspondiente válvula, para lubricar los cojinetes del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

65 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el sistema está configurado para dirigir el fluido de lubricación (91), a través de uno o más de los recorridos, de una bomba (192) o de una correspondiente válvula, para enjuagar las impurezas o las partículas de los componentes del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el sistema está configurado para regular la presión del fluido de lubricación (91), a través de una o más bombas o de una correspondiente válvula, para que sea mayor o menor que una primera presión del primer fluido (18), de forma que, como reacción, el fluido de lubricación se dirija para entrar en una región interna del intercambiador de presión hidráulica (16, 28).

5 15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el sistema está configurado para regular, a través de una o más bombas (192) o de una correspondiente válvula, la presión del fluido de lubricación (91) para que sea igual o mayor que la primera presión del primer fluido (18), de forma que, como reacción, el fluido de lubricación se dirija para mezclarse con el primer fluido (18).

10

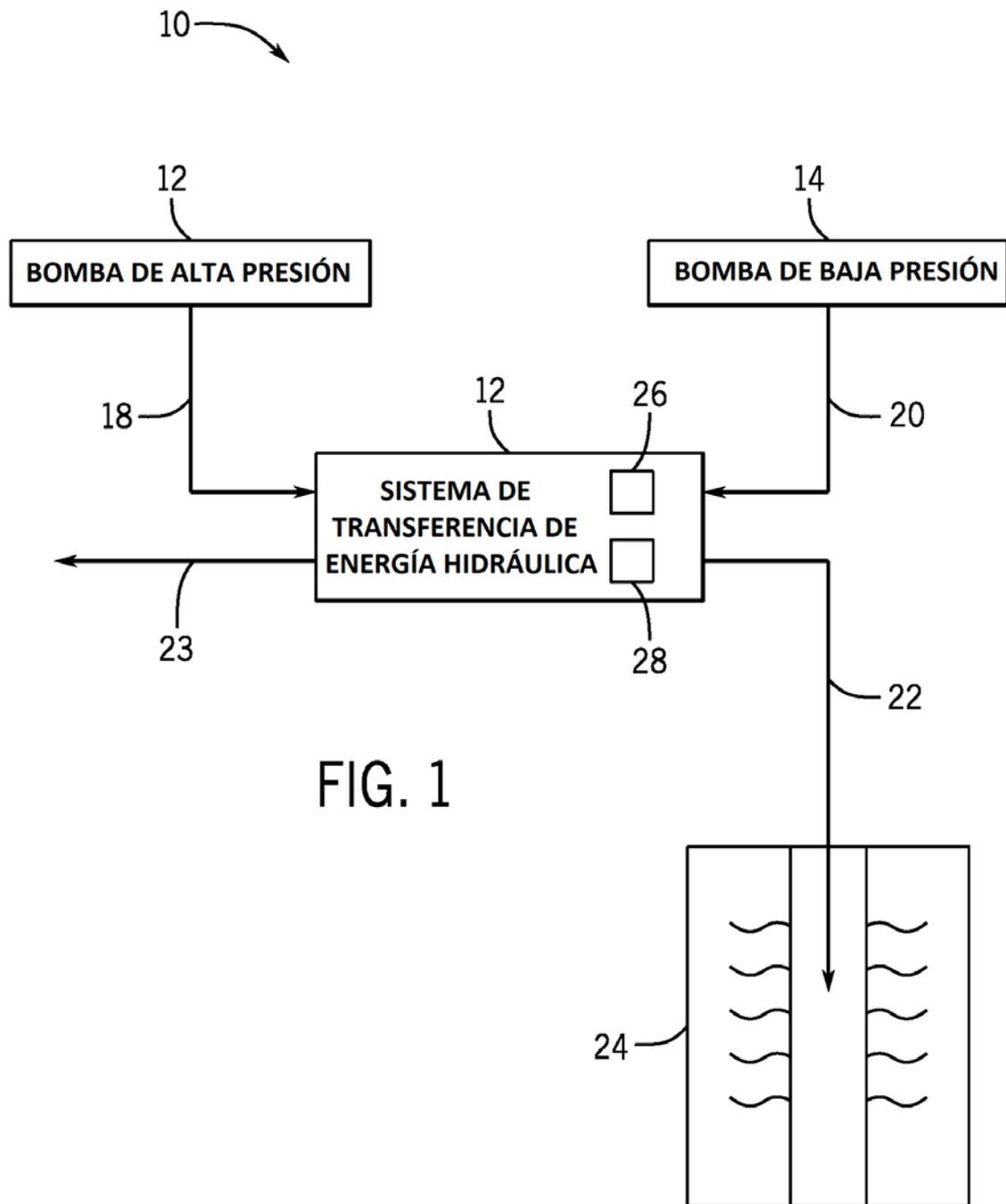


FIG. 1

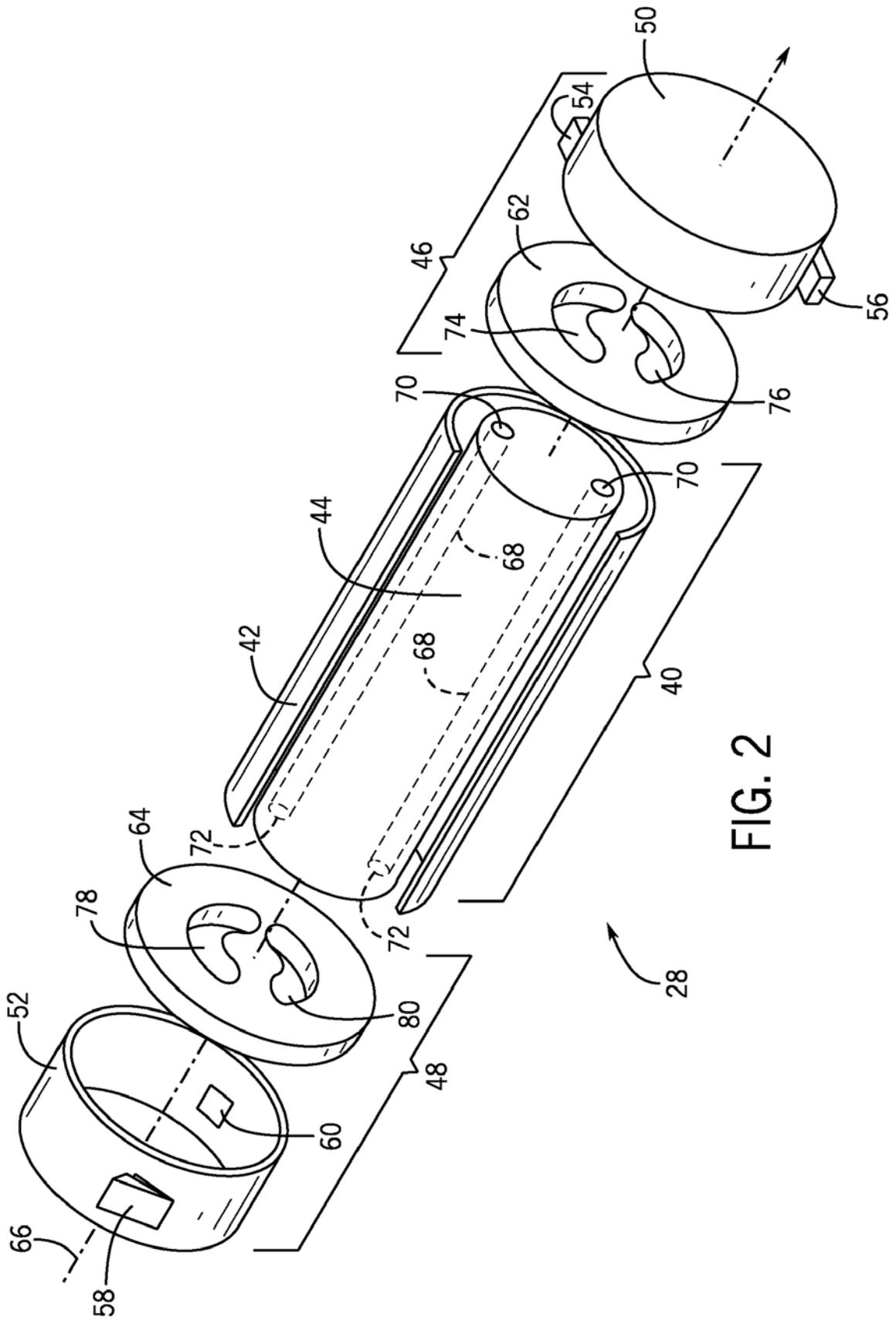


FIG. 2

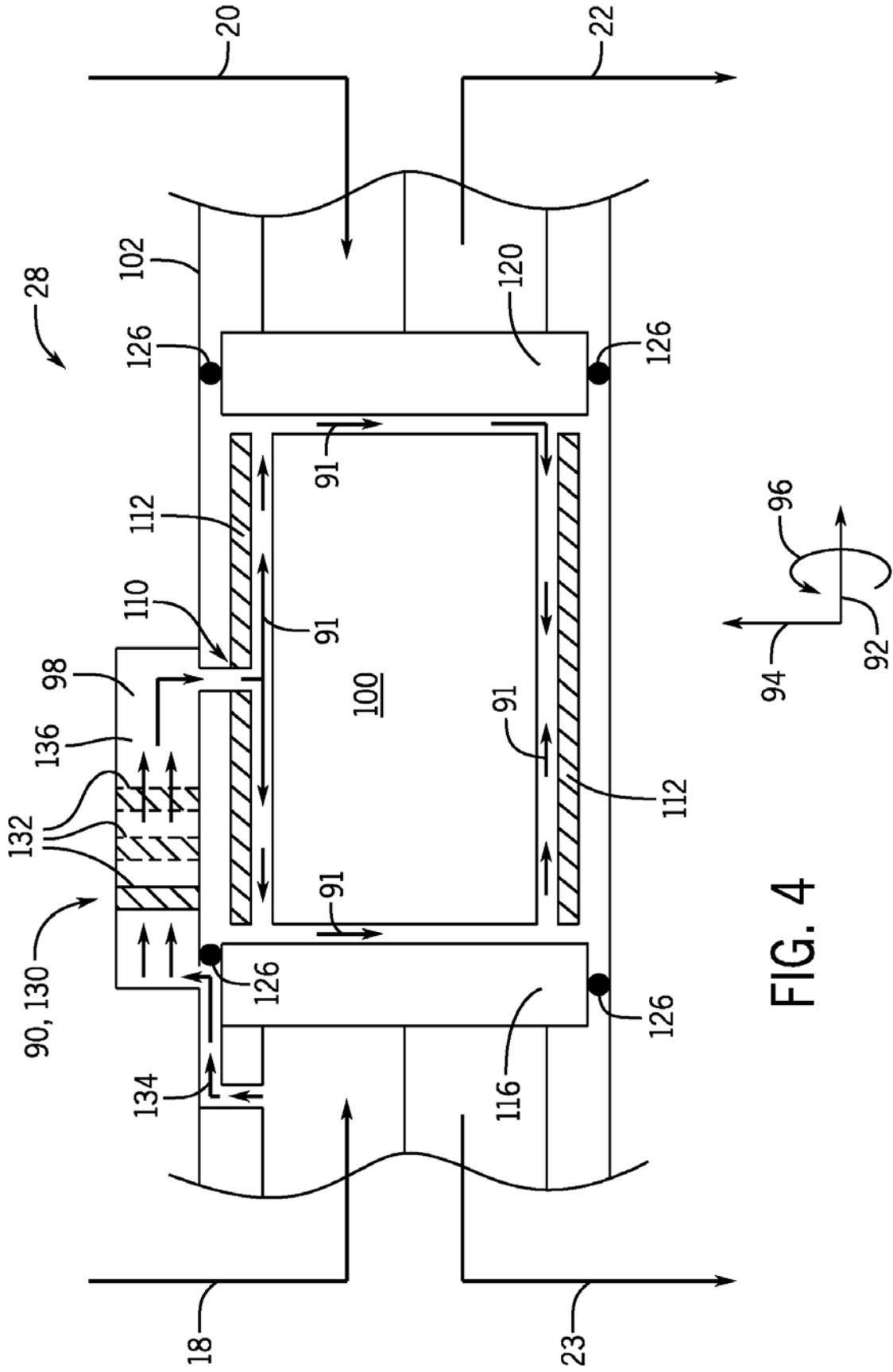


FIG. 4

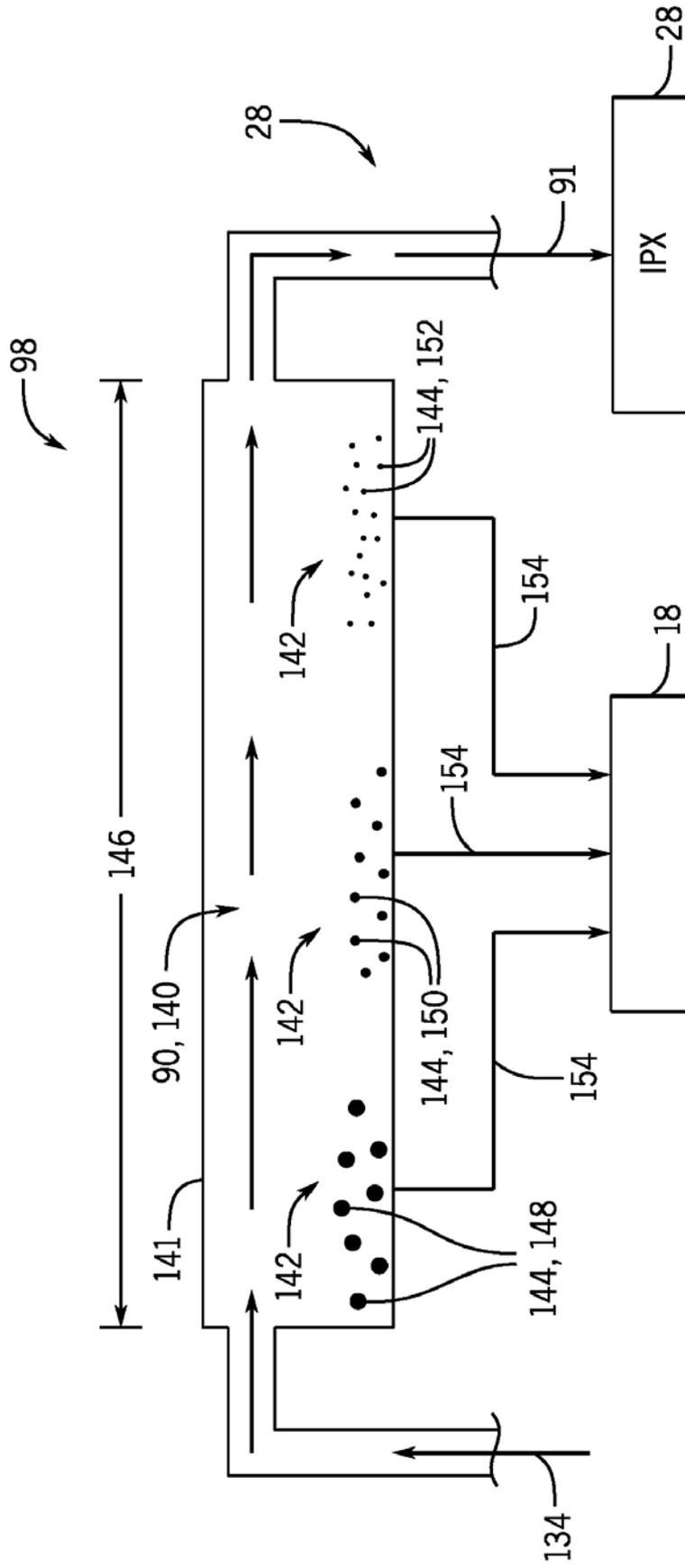
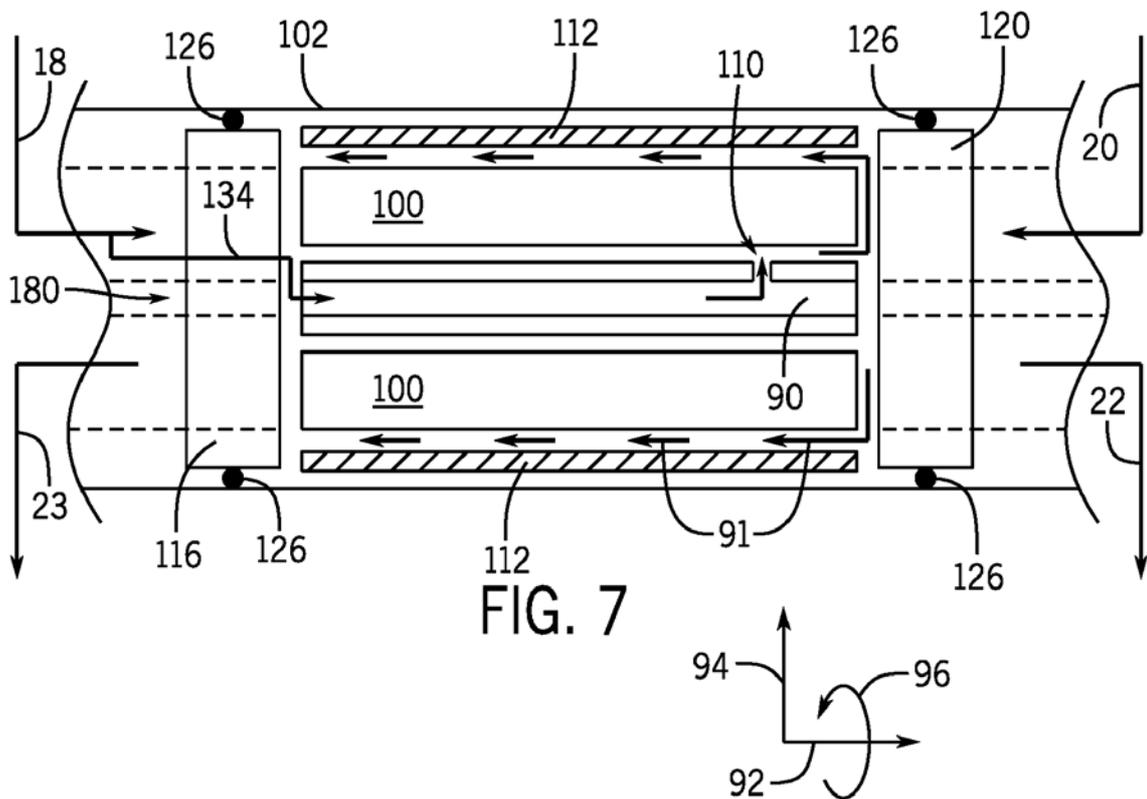
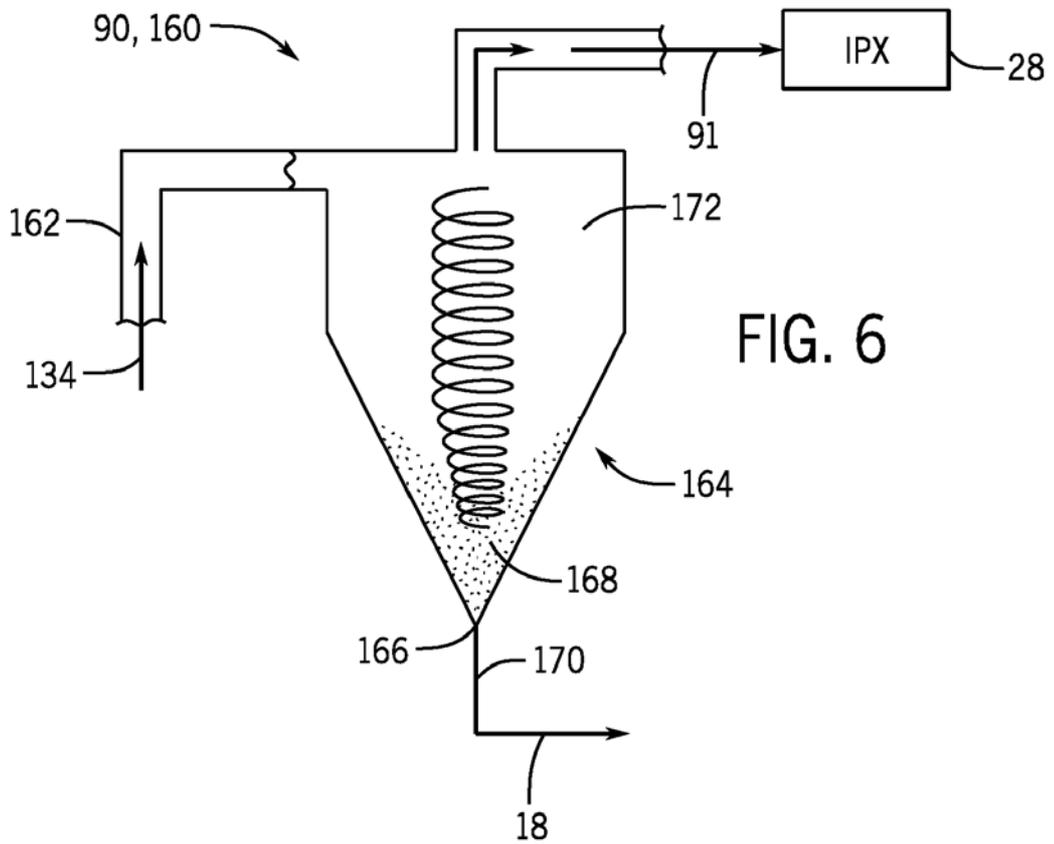


FIG. 5



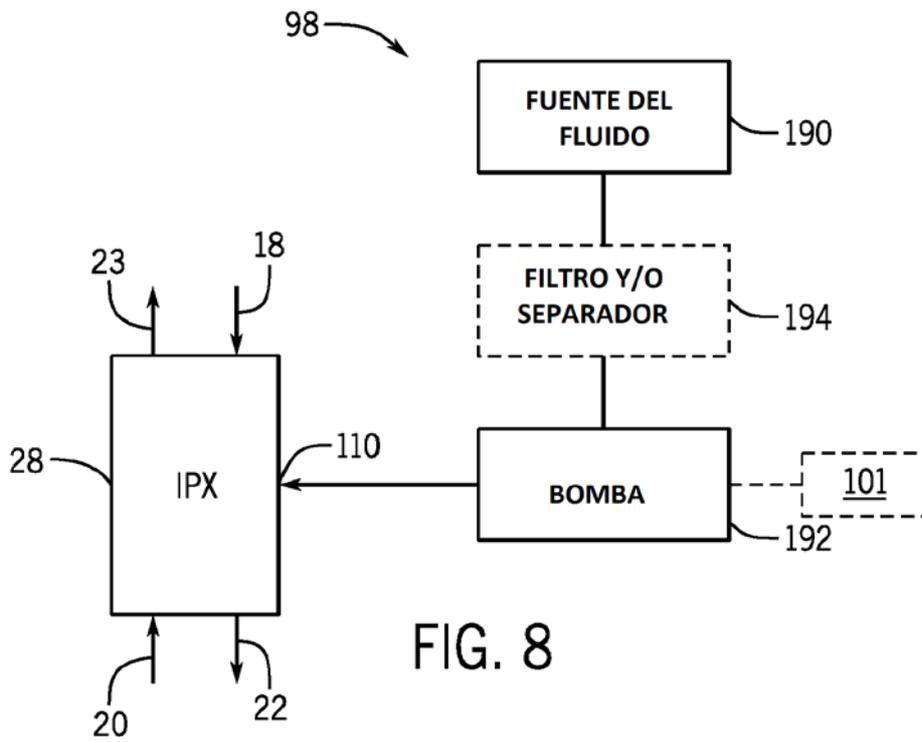


FIG. 8

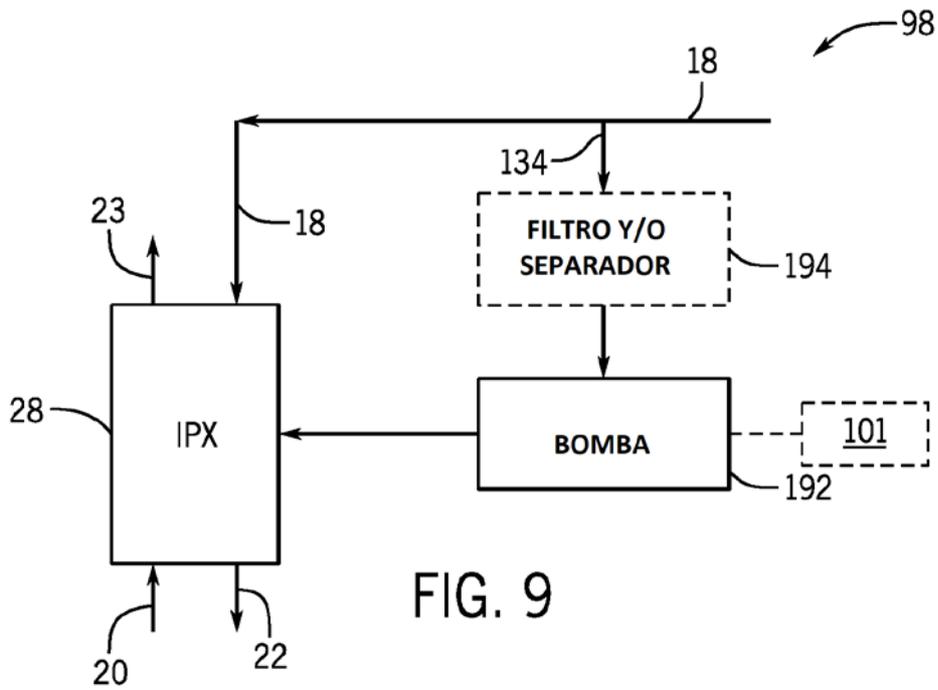
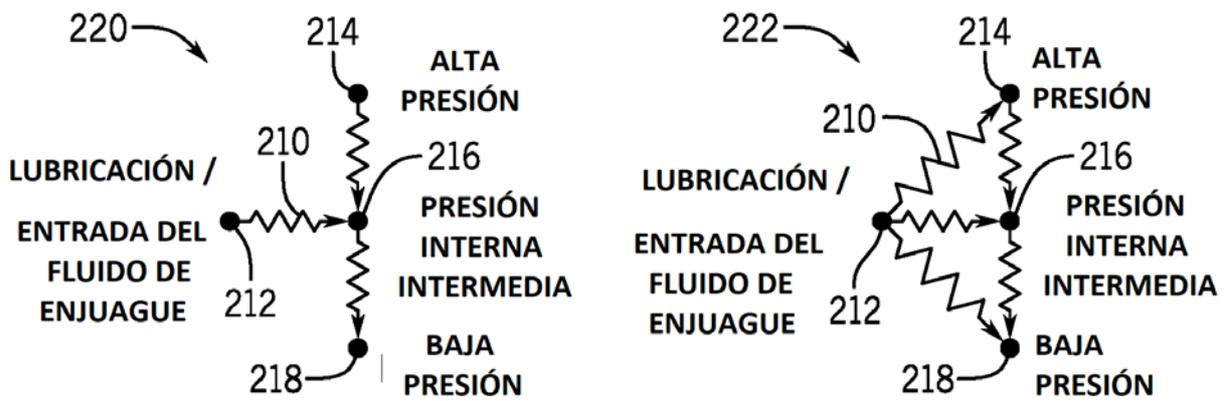
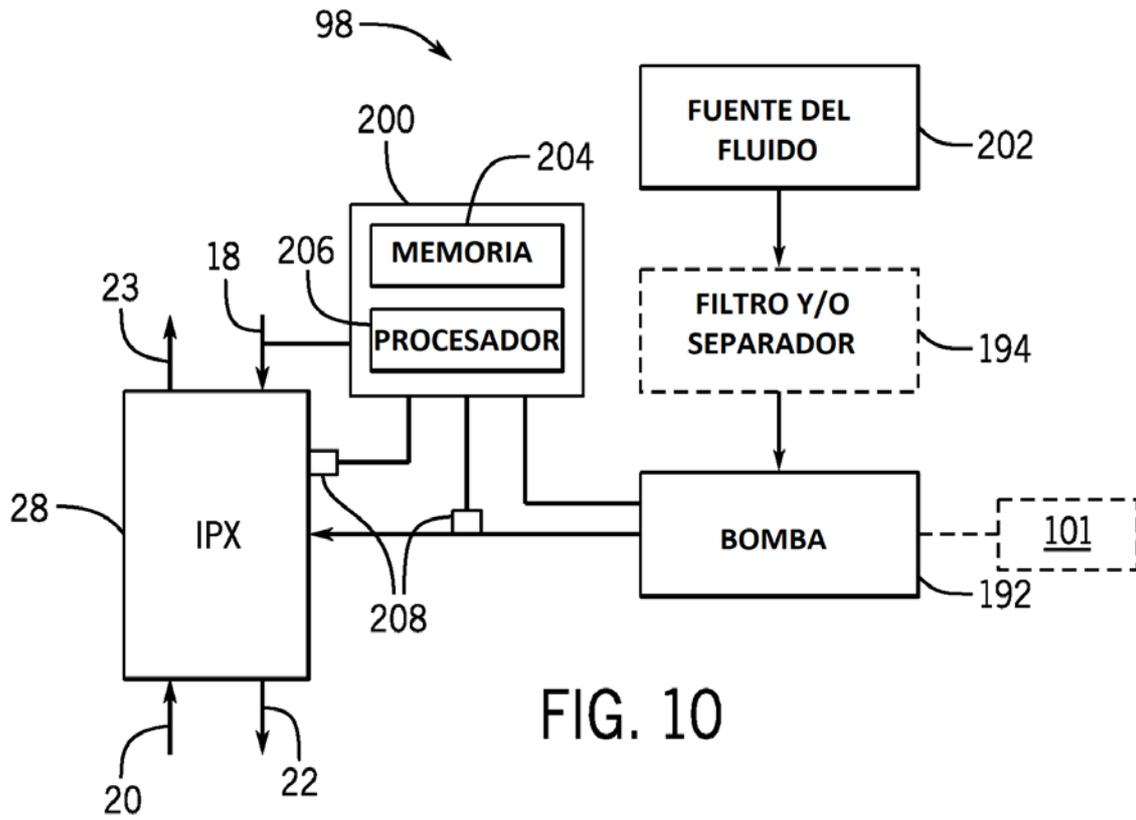


FIG. 9



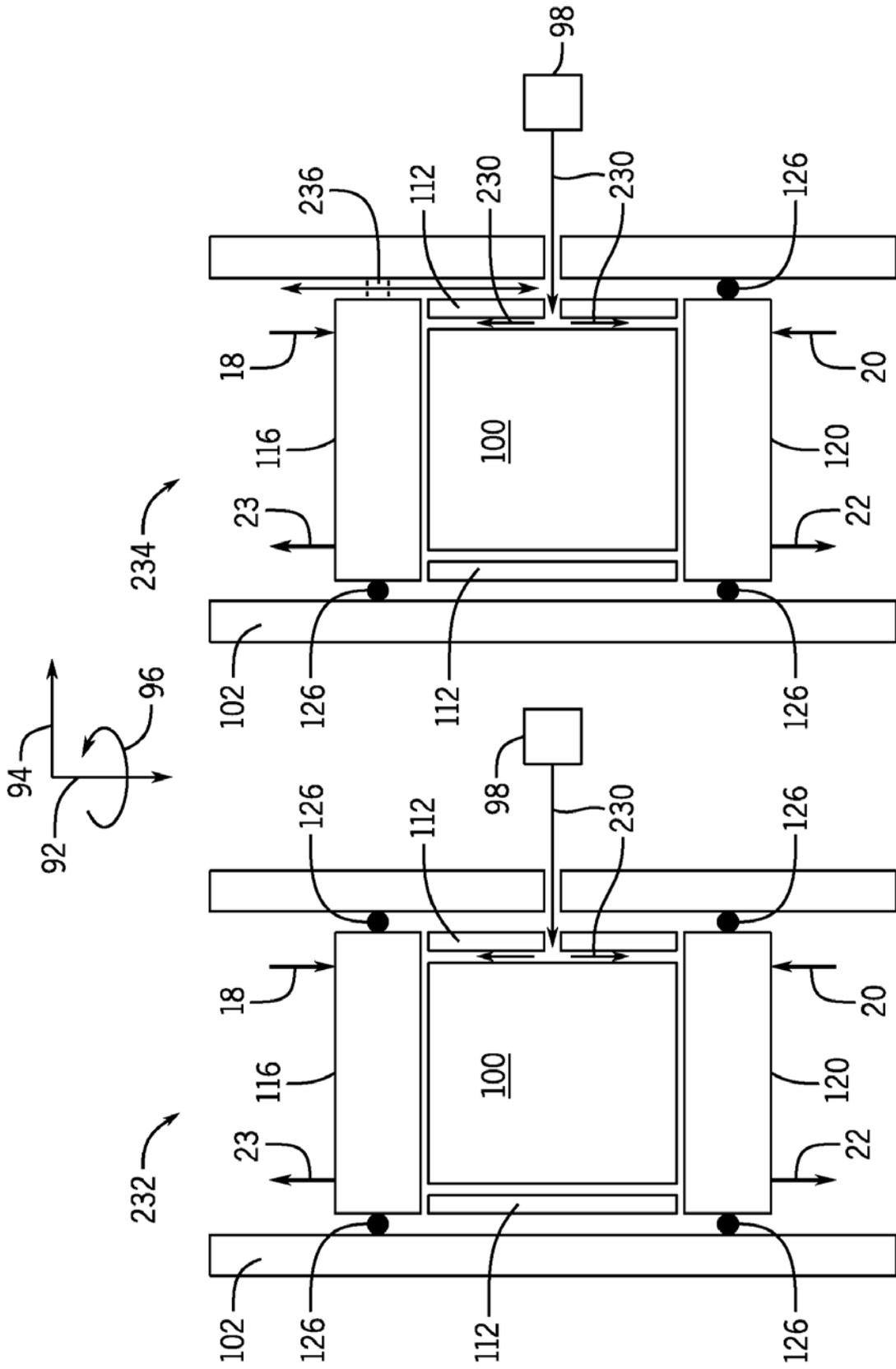


FIG. 12