

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 861**

51 Int. Cl.:

F04D 17/10 (2006.01)
F04D 25/02 (2006.01)
F04D 27/00 (2006.01)
F16K 31/122 (2006.01)
F03B 3/18 (2006.01)
F01D 17/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2015** **PCT/US2015/021650**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015** **WO15143261**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2015** **E 15714740 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020** **EP 3126664**

54 Título: **Método y sistema para sintonización de una turbina usando una válvula eléctrica**

30 Prioridad:

21.03.2014 US 201461968581 P
19.03.2015 US 201514662378

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.06.2020

73 Titular/es:

**FLUID EQUIPMENT DEVELOPMENT COMPANY,
LLC (100.0%)**
800 Ternes Drive
Monroe, Michigan 48162, US

72 Inventor/es:

HUNT, JASON B.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 769 861 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

Método y sistema para sintonización de una turbina usando una válvula eléctrica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere de manera general a turbinas y, más específicamente, a un método y sistema para controlar una cantidad de fluido en una cavidad de control usando una válvula secundaria controlada hidráulicamente.

Antecedentes

Un turbocompresor según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocido de manera general a partir del documento EP 0 086 466 A.

10 Además, el documento FR 1 337 654 A describe un turbocompresor que tiene un impulsor de turbina en un alojamiento. Dicho alojamiento tiene una entrada en comunicación fluida con el impulsor, así como un canal de derivación que conecta de manera fluida la entrada con una salida de dicho alojamiento de turbina. Dicho canal de derivación se abre y se cierra selectivamente por medio de una válvula de derivación accionada por membrana sobre la base de la presión en el canal de succión de aire de dicho turbocompresor. Los turbocompresores se usan para muchas aplicaciones. Un turbocompresor incluye una parte de bomba y una parte de turbina. Los turbocompresores se usan para recuperar energía de una corriente de fluido presurizado. Se usa una presión excesiva en la parte de turbina para accionar la parte de bomba. Un uso para un turbocompresor es recuperar energía de una salida de salmuera de un conjunto de membrana de ósmosis inversa.

15 Los sistemas de ósmosis inversa operan en una amplia gama de condiciones de operación para cualquier flujo dado al tiempo que buscan mantener un alto nivel de rendimiento. Se conocen diversas configuraciones de turbina para mejorar los niveles de rendimiento de la turbina.

20 En una turbina conocida, los sistemas de voluta de boquilla de voluta única usan un vástago de válvula para permitir una derivación de fluido desde la entrada de la turbina al impulsor. Se logra alguna mejora en el rendimiento. Se usa una válvula para controlar la cantidad de fluido en la derivación. Las válvulas controladas manualmente requieren que una persona mueva físicamente la rueda de control usando un par elevado. Esto no es práctico especialmente en sistemas con múltiples etapas. Las válvulas controladas eléctricamente pueden ser automatizadas. No obstante, debido al alto par implicado en el giro de las válvulas, los sistemas para rotar las válvulas son caros.

Compendio

La presente invención proporciona una turbina que comprende las características de la reivindicación 1, así como un método de operación de una turbina que comprende las características de la reivindicación 5.

30 El diseño de la turbina permite controlar una cantidad de fluido que entra en un volumen de control usando una válvula controlada hidráulicamente en un camino de derivación.

35 En un aspecto de la invención, una turbina incluye un alojamiento que tiene una entrada, una voluta y una salida. La entrada se acopla a la voluta a través de un camino de fluido primario y un camino de fluido secundario. La turbina incluye además un impulsor acoplado giratoriamente al alojamiento, y un conjunto de válvula accionada hidráulicamente dispuesto dentro del camino de fluido secundario que comunica selectivamente el fluido desde la entrada hasta la voluta. La turbina incluye un actuador hidráulico acoplado al conjunto de válvula que mueve el conjunto de válvula desde una primera posición que comunica fluido desde la entrada a la voluta hasta una segunda posición que bloquea el flujo desde la entrada hasta la voluta.

40 En otro aspecto de la invención, el método de operación de una turbina incluye comunicar fluido desde una entrada de la turbina hasta una voluta a través de un camino de fluido primario y comunicar selectivamente fluido desde la entrada de la turbina hasta la voluta a través de un camino de fluido de camino secundario a través de un conjunto de válvula controlada hidráulicamente. El conjunto de válvula controlada hidráulicamente comprende un alojamiento y una cabeza de pistón que define una cavidad de control y un vástago de válvula que tiene una cabeza de válvula en el mismo. El método comprende además comunicar fluido a la cavidad de control, mover la cabeza de válvula con relación a un asiento de válvula, y cambiar una cantidad de fluido que fluye a través del camino de fluido primario a la voluta en respuesta a comunicar fluido a la cavidad de control.

Llegarán a ser evidentes áreas de aplicabilidad adicionales a partir de la descripción proporcionada en la presente memoria. Se debería entender que la descripción y los ejemplos específicos se pretenden con propósitos de ilustración solamente y no se pretende que limiten el alcance de la presente invención.

50

Dibujos

Los dibujos descritos en la presente memoria son solamente con propósitos de ilustración y no se pretende que limiten el alcance de la presente invención de ninguna forma.

La FIG. 1A es una vista esquemática de bloques de un sistema de ósmosis inversa que incluye un turbocompresor.

5 La FIG. 1B es una vista esquemática de bloques del turbocompresor de la Figura 1A.

La FIG. 1C es una vista esquemática de bloques de un conjunto de turbocompresor y motor al que se hace referencia como un HEMI.

La FIG. 2A es una vista en perspectiva del conjunto de válvula hidráulica en un turbocompresor según la presente invención.

10 La FIG. 2B es una vista de despiece del conjunto de válvula hidráulica del turbocompresor según la presente invención.

La FIG. 3 es una vista de corte en perspectiva del conjunto de turbocompresor y válvula.

La FIG. 4 es una vista de corte del conjunto de válvula hidráulica según la presente invención.

La FIG. 5A es una vista esquemática de un circuito de control para el control del conjunto de válvula accionada hidráulicamente en una posición cerrada.

15 La FIG. 5B es una vista esquemática de un circuito de control para el control del conjunto de válvula accionada hidráulicamente en una posición abierta.

Descripción detallada

20 La siguiente descripción es meramente ejemplar en su naturaleza y no se pretende que limite la presente descripción, aplicación o usos. Con propósitos de claridad, se usarán los mismos números de referencia en los dibujos para identificar elementos similares. Como se usa en la presente memoria, la frase al menos uno de A, B y C se debería interpretar que significa una lógica (A o B o C), usando un o lógico no exclusivo. Se debería entender que los pasos dentro de un método se pueden ejecutar en diferente orden sin alterar los principios de la presente descripción.

25 La presente invención mejora el intervalo hidráulico de una turbina permitiendo que una cantidad variable de fluido se comunique a la voluta. La turbina tiene un camino de fluido primario y un camino de fluido secundario para comunicar fluido desde la entrada hasta la voluta. El camino primario siempre está abierto. Como se describirá a continuación, una válvula accionada hidráulicamente está unida al alojamiento de la turbina y abre y cierra (incluyendo las posiciones entre los mismos) un camino de fluido secundario desde la entrada hasta la voluta.

30 El turbocompresor descrito a continuación se puede usar para diversos tipos de sistemas, incluyendo un sistema de ósmosis inversa. También son posibles aplicaciones no hidráulicas tales como el procesamiento de gas natural. Además, las válvulas usadas en el turbocompresor se pueden controlar en base a diversos parámetros del proceso.

35 Con referencia ahora a la Figura 1A, se expone un sistema de ósmosis inversa 10 que incluye un turbocompresor 12. En este ejemplo, el fluido de alimentación desde un colector de entrada 14 se comunica a través de una bomba de alta presión 16 que a su vez se comunica con un alojamiento de membrana 18 a través del turbocompresor 12. El alojamiento de membrana 18 incluye una membrana de ósmosis inversa 20 que se usa para generar agua dulce a partir de agua de mar. El agua dulce se genera en la salida de permeado 22 del alojamiento de membrana. Una corriente de salmuera desde el alojamiento de membrana se dirige a una entrada 24 del turbocompresor 12 a través de una válvula de control de salmuera 25 comunica selectivamente el fluido desde el turbocompresor 12 al alojamiento de membrana 18. El turbocompresor 12 usa la energía de la corriente de salmuera a alta presión para aumentar la presión del fluido de alimentación. El fluido de alimentación presurizado de la bomba de alta presión 16 se recibe a través de una entrada de bomba 26. El turbocompresor 12 aumenta la presión del fluido de alimentación y aumenta la presión del fluido de alimentación en la salida de bomba 28. Los desechos del turbocompresor 12 se descargan a una presión más baja a través de la salida de turbocompresor 30. Aunque se ilustra un ejemplo específico de un sistema de ósmosis inversa 10, diversos ejemplos de sistemas de ósmosis inversa serán evidentes para los expertos en la técnica. Proporcionando el turbocompresor 12, se reduce la presión requerida de la bomba de alta presión y también se reduce la energía total consumida por el sistema en comparación con un sistema sin el turbocompresor 12.

40 Con referencia ahora a la Figura 1B, el turbocompresor 12 se ilustra en detalle adicional. El turbocompresor 12 incluye una parte de turbina 40 y una parte de bomba 42. La parte de turbina 40 recupera energía de la corriente de alta presión rotando y rotando en última instancia los componentes dentro de la parte de bomba 42. La bomba se usa para aumentar la presión de fluido a la entrada del alojamiento de membrana 18.

50 Con referencia ahora a la Figura 1C, el turbocompresor 12 también se puede incorporar en un sistema que incluye un eje común 50 que se extiende no solamente a través de la parte de bomba y de turbina ilustrada en la Figura 1B sino que se extiende a un motor 52. El motor 52 incluye un controlador 54 la adición del motor 52 permite que el

turbocompresor actúe como bomba cuando se desee. El controlador 54 se puede usar para accionar el motor 52. Se puede hacer referencia al controlador 54 como dispositivo de frecuencia variable. El motor 52 también puede actuar como generador para recuperar el exceso de potencia generada.

5 Con referencia ahora a las Figuras 2A y 2B, se ilustra una vista ensamblada y una vista de despiece de un turbocompresor 12. En este ejemplo, la parte de turbina 40 y una parte de bomba 42 que tienen un eje común 50 entre ellas (como se denota por la línea de puntos). La parte de turbina 40 incluye un conjunto de alojamiento de turbina 202 y un conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204. El conjunto de alojamiento de turbina 202 incluye la corriente de salmuera en la entrada 24. La salida de turbina 30 no se ilustra en la perspectiva de la Figura 2A.

10 El conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 tiene un alojamiento de pistón 206 acoplado al conjunto de alojamiento de turbina 202 y una tapa de extremo 208. Las fijaciones 209 se pueden usar para asegurar la tapa de extremo 208 al alojamiento de pistón 206.

15 El conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 tiene una guía lineal 210 que está en comunicación física con un sensor de posición 212 y que se extiende a través de la tapa de extremo 208. La guía lineal 210 es móvil en una dirección paralela con la dirección de movimiento de una cabeza de pistón 216 y el vástago de válvula 218 que está acoplado a la misma. La guía lineal 210 puede extenderse dentro del conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 una cantidad variable.

20 El sensor de posición 212 se puede acoplar al alojamiento 202 con un soporte 214. El sensor de posición 212 puede ser de diversos tipos de sensores usados para determinar la posición relativa de la guía lineal 210. El sensor de posición 212 genera una señal de posición correspondiente a la posición lineal. El sensor de posición 212, por ejemplo, puede estar formado por un potenciómetro lineal que cambia una señal o voltaje de salida en base a la posición de la guía lineal 210. El sensor de posición 212 también puede ser un codificador lineal que proporciona la posición relativa de la guía lineal 210 a un controlador como se describe a continuación. El sensor de posición 212 también puede estar compuesto por un interruptor de límite si no se requieren posiciones exactas del sistema. Los detalles del movimiento de la guía lineal 210 y el sensor de posición 212 se describirán con más detalle a continuación.

25 El vástago de válvula 218 se acopla a la cabeza de pistón 216 y se mueve junto con el mismo durante el uso. El alojamiento comprende una guía de válvula 220. La guía de válvula 220 se puede formar integralmente con el alojamiento de pistón 206. La guía de válvula 220 coloca el vástago de válvula 218 de modo que la cabeza de válvula 222 se coloque en la posición deseada con relación a un asiento de válvula como se describe a continuación.

30 Con referencia ahora a la Figura 3, una vista de extremo del conjunto de turbina 200 que ilustra el conjunto de alojamiento de turbina 202, la voluta 232, el conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 y la entrada 24 se exponen de una manera ensamblada. El conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 se expone sin el sensor de posición 212, la guía 210 y el soporte 214 por simplicidad.

35 El eje 50 se acopla a y gira con un impulsor de turbina 228. El eje 50 representa el eje de rotación del impulsor 228. El eje 50 puede extenderse fuera del alojamiento de turbina 202 dentro de la parte de bomba 42 del turbocompresor como se ha descrito anteriormente. El impulsor 228 tiene paletas de impulsor 234 que se usan para recibir fluido presurizado y rotar el eje 50.

40 El alojamiento 202 tiene un camino de fluido primario 240 desde la entrada de turbina 24 hasta la voluta 232. El camino de fluido primario 240 tiene un ancho fijo para permitir que el fluido pase a través del mismo. El camino de fluido primario 240 no cambia. Es decir, el fluido siempre está comunicándose a través del mismo durante la operación. Un camino de fluido secundario 242 también comunica fluido desde la entrada 24 hasta la voluta 232. El camino de fluido secundario 242 tiene el conjunto de válvula accionada hidráulicamente 204 dispuesto en el mismo. El conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 se usa para moverse selectivamente entre una posición abierta y cerrada en el camino de fluido secundario 242. De este modo, el conjunto de válvula 204 se puede abrir o cerrar parcialmente. El conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204 se ilustra en una posición abierta. No obstante, cuando el vástago de válvula 218 se mueve, la cabeza de válvula 222 contacta con el asiento de válvula 252. El asiento de válvula 252 se puede formar como parte del alojamiento 202.

50 Con referencia ahora a la Figura 4, se exponen detalles del conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204. En este ejemplo, la cabeza de pistón 216 y el vástago de válvula 218 se mueven en la dirección indicada por las flechas 410, que corresponde al eje longitudinal del conjunto de válvula 204. La guía lineal 210 que mueve el sensor de posición 212 también se mueve en la dirección indicada por las flechas 410. La guía lineal 210 puede tener sellos 412 que sellan una cavidad de control 414 del entorno externo para evitar fugas. La cabeza de pistón 216 también puede incluir sellos 416. Se puede hacer referencia a los sellos 416 como anillos de pistón. Los sellos 416 evitan que fluido desde dentro de la cavidad de control 414 se fugue fuera de la cavidad de control 414.

55 La cabeza de pistón 216 divide el alojamiento de pistón 206 en la cavidad de control 414 y un área de movimiento 418 que permite que el pistón se desplace de un lado a otro y expanda y contraiga la cavidad de control 414.

Un puerto de entrada 420 se usa para proporcionar un fluido de control a la cavidad de control 414. Proporcionando un fluido a alta presión a la cavidad de control 414, la cavidad de control 414 se expande y la cabeza de pistón 216 se

mueve hacia el asiento de la válvula 252. Cuando se proporciona un fluido a baja presión a la cavidad de control 414, la cabeza de pistón 216 se mueve hacia el puerto de entrada 420. Esto, a su vez, mueve el vástago de válvula 218 y la cabeza de válvula 222 lejos del asiento de válvula 252.

5 Un puerto de salida 422 está en comunicación fluida con el área de movimiento 418. El puerto de entrada 420 permite que cualquier aire escape del volumen entre la cabeza de pistón 216 y la otra parte del alojamiento de pistón 206.

En una realización alternativa, el puerto de salida 422 se puede usar para proporcionar alta presión en el área de movimiento 418 mientras que la parte de entrada 420 se usa como puerto de entrada para la cavidad de control 414 que se expone a baja presión. De esta manera, la cabeza de pistón 216 se puede forzar hacia la entrada 420.

10 Se puede usar una pluralidad de sellos 424 para sellar el vástago de válvula 218 dentro de la guía de válvula 220. La guía de válvula 220 se puede sellar dentro del alojamiento 202 con sellos 426.

15 Un circuito de control 440 se puede acoplar al puerto de entrada 420. Como se ha mencionado brevemente anteriormente, el circuito de control 440 también se puede acoplar al puerto de salida 420. El circuito de control 440 puede ser una combinación de válvulas que se controlan eléctricamente para proporcionar caminos de fluido a la cavidad de control 414 para controlar el movimiento de la cabeza de pistón 216 y del vástago de válvula 218 unido al mismo. Controlando el movimiento del vástago de válvula 218, se controla la apertura y el cierre del conjunto de válvula controlada hidráulicamente 204.

20 La cabeza de válvula 222 puede incluir una superficie de sello angular 426 que se usa para enganchar el asiento de sello 252 para formar un sello entre las mismas. El sello impide que el fluido fluya a través del camino de fluido secundario 242. Una superficie angular 428 puede acoplar el vástago de válvula 218 a la superficie de sello. La cabeza de válvula 222 también puede incluir una superficie plana 430. En este ejemplo, la superficie plana 430 es perpendicular al eje longitudinal del vástago de válvula 218.

25 Con referencia ahora a la Figura 5A, se ilustra un diagrama de control hidráulico simplificado en el que el circuito de control 440 proporciona fluido a alta presión a la cavidad de control 414. En este ejemplo, la cabeza de válvula 222 se muestra en una posición cerrada. Es decir, el fluido de la entrada 24 no se desplaza a través del camino del fluido secundario 242 hasta la voluta 232. En este ejemplo, la válvula 510 está en una posición abierta para permitir el fluido a alta presión desde la fuente de alta presión 508 dentro de la cavidad de control 414 a través del puerto de entrada 420. La válvula de baja presión 512 está en una posición cerrada. La válvula de alta presión o la válvula de baja presión puede ser una válvula normalmente abierta para una operación a prueba de fallos. Cuando la válvula de alta presión es una válvula normalmente abierta, el sistema cerrará el conjunto de válvula 204 tras una pérdida de potencia o control. Si la válvula de baja presión 512 se sustituye por una válvula normalmente abierta, el sistema abrirá el camino de fluido secundario 242 tras una pérdida de energía del sistema o un apagado. La elección entre qué válvula está normalmente abierta se basa en consideraciones de diseño.

30 Un controlador 514 controla la operación de las válvulas 510, 512. Durante la operación, típicamente o bien la válvula de alta presión 510 o bien la válvula de baja presión 512 está abierta para permitir que pase una cantidad variable de fluido a través del conjunto de válvula 204 y a través del camino de fluido 242. No obstante, durante un proceso de limpieza u otro tipo de proceso, se pueden abrir ambas válvulas 510 y 512. El controlador 514 está en comunicación con una pluralidad de sensores de proceso 520. Los sensores de proceso 520 pueden incluir el sensor de posición ilustrado anteriormente. Otros tipos de sensores tales como sensores de temperatura, sensores de flujo, sensores de velocidad de flujo o similares se pueden usar por el controlador 514 para determinar si abrir o cerrar la válvula de alta presión 510 o la válvula de baja presión 512 para cambiar la cantidad de fluido que pasa a través del camino de fluido 242. Se debería observar que ambas válvulas 510 y 512 se pueden cerrar cuando no se desea ningún cambio en la posición de la cabeza de válvula 222 en relación con el asiento de válvula 252. Desde una posición en reposo, la cabeza de pistón 216, el vástago de válvula 218 y la cabeza de válvula 222 se pueden mover introduciendo fluido a alta presión en el puerto de entrada 420. Para mover la cabeza de pistón 216 y la cabeza de válvula 222 hacia el asiento de válvula 252, se puede exponer a la cavidad de control 414 una baja presión a través de la válvula de baja presión 512.

35 El control de realimentación se logra monitorizando periódicamente las variables del proceso usando los sensores de proceso 520. El controlador 514, en respuesta a los sensores de proceso 520, abren y cierran las válvulas 510, 512 apropiadas para cambiar la apertura entre la cabeza de válvula 222 y el asiento de válvula 252. Las variables del proceso se describen a continuación:

P - Variable del proceso, valor medido.

S - Punto de ajuste para el proceso.

E - Error actual (porcentaje).

K - Ganancia proporcional (~ 1 , valor ajustable).

55 D - Banda muerta en porcentaje (típicamente 1%).

T - Período de tiempo de actualización (típicamente 5 segundos).

TO - Período de tiempo de apertura de válvula.

TC - Período de tiempo de cierre de válvula.

Bucle Infinito

- | | | |
|----|--------------------------------|---|
| 5 | E = (P-S)/S | Calcular porcentaje de error |
| | Si E>1 entonces E=1 | Limitar error al intervalo [-1 ...1] |
| | Si E<-1 entonces E=-1 | |
| | TO = K E T | Calcular tiempo de apertura de válvula |
| | TC = T – TO | Calcular tiempo de cierre de válvula |
| 10 | Si E>D | Comprobar fuera de la banda muerta |
| | Abrir V1 durante el tiempo TO | Abrir V1 para cerrar un camino de fluido primario |
| | Cerrar V1 durante el tiempo TC | |
| | Si E<-D, | Comprobar fuera de la banda muerta |
| | Abrir V2 durante el tiempo TO | Abrir V2 para abrir un camino de fluido primario |
| 15 | Cerrar V2 durante el tiempo TC | |

En el algoritmo anterior, el porcentaje de error se calcula entre un intervalo de -1 y +1. Se puede calcular el tiempo de apertura de válvula y el tiempo de cierre de válvula usando una ganancia proporcional, un error actual y una actualización. Una banda muerta D se puede comparar con el error actual. Cuando el error actual está fuera de la banda muerta, la válvula se puede abrir o cerrar. Es decir, cuando el error es mayor que la banda muerta, la válvula 510 se abre para cerrar la cantidad de la abertura del conjunto de válvula 204. Cuando el error es menor que la banda muerta negativa, entonces la válvula 512 se abre de modo que el pistón se mueva hacia el puerto de control.

Con referencia ahora a la Figura 5B, el pistón 216 se ilustra hacia el puerto de entrada 420. Para mover el pistón 216 hacia el puerto de entrada 420 en comparación con el de la Figura 5A, la válvula de alta presión es 510 se cierra y la válvula de baja presión 512 se abre. Esto hace que la cabeza de válvula 222 esté en una posición abierta para permitir el flujo a través de la válvula. Se puede lograr una pluralidad de posiciones de cabeza de válvula entre las posiciones de cabeza de válvula ilustradas en las FIG. 5A y 5B de modo que se pueda variar el flujo a través del camino de fluido 242.

En ambas Figuras 5A y 5B, la fuente de alta presión 508 y la fuente de baja presión 516 se pueden acoplar hidráulicamente a la parte de turbina. Es decir, la fuente de alta presión 508 puede estar en comunicación fluidica con la entrada de turbina 24, que es una fuente de alta presión. La fuente de baja presión 516 se puede acoplar a la salida de turbina 30 o incluso a la atmósfera.

REIVINDICACIONES

1. Una turbina (40) en comunicación con una fuente de alta presión (508) y una fuente de baja presión (516) que comprende:

un alojamiento (202) que tiene una entrada (24), una voluta (232) y una salida (30), dicha entrada (24) acoplada a la voluta (232) a través de un camino de fluido primario (240) y un camino de fluido secundario (242); y

un impulsor (228) acoplado de manera giratoria al alojamiento (202);

caracterizado por

un conjunto de válvula accionada hidráulicamente (204) dispuesto dentro del camino de fluido secundario (242) comunicando selectivamente fluido desde la entrada (24) hasta la voluta (232), en donde el conjunto de válvula (204) comprende una cabeza de válvula (222) colocada con relación a un asiento de válvula (252) que comprende una pluralidad de posiciones de cabeza de válvula entre la primera posición y la segunda posición; y

un actuador hidráulico acoplado a la fuente de alta presión (508) y a la fuente de baja presión (516), dicho actuador hidráulico acoplado al conjunto de válvula accionada hidráulicamente (204) que mueve el conjunto de válvula accionada hidráulicamente (204) desde una primera posición que comunica fluido desde la entrada (24) a la voluta (232) hasta una segunda posición que bloquea el flujo desde la entrada (24) hasta la voluta (232) en respuesta al acoplamiento de manera selectiva de la fuente de alta presión (508) y la fuente de baja presión (516) al actuador hidráulico;

en donde el conjunto de válvula (204) comprende un vástago de válvula (218) acoplado a un pistón (216) dentro de un alojamiento de pistón (206), dicho pistón (216) y alojamiento de pistón (206) que definen una cavidad de control (414) dentro del alojamiento de pistón (206);

en donde dicha cavidad de control (414) se acopla fluídicamente a un puerto (420) a través del alojamiento de pistón (206);

en donde el puerto (420) se acopla selectivamente a través de una primera válvula (510) a una fuente de alta presión (508) y a través de una segunda válvula (512) a una fuente de baja presión (516) para mover el pistón (216) dentro del alojamiento de pistón (206) y para mover el vástago de válvula (218) con relación al asiento de la válvula (252); y

en donde la turbina (40) comprende además un sensor de posición (212) acoplado al pistón (216) que genera una señal de posición y un controlador (514) acoplado al sensor de posición (212), dicho controlador (514) que controla la primera válvula (510) y la segunda válvula (512) en respuesta a la señal de posición.

2. Una turbina como se expone en la reivindicación 1, en donde la primera válvula (510) comprende una primera válvula normalmente abierta y la segunda válvula (512) comprende una válvula normalmente abierta.

3. Un sistema que comprende:

la turbina (40) como se expone en la reivindicación 1, que comprende un eje (50); y

una bomba (42) acoplada al eje (50).

4. El sistema como se expone en la reivindicación 3, que comprende además un alojamiento de ósmosis inversa (18) en comunicación con la turbina (40) y la bomba (42).

5. Un método de operación de una turbina (40) que tiene un alojamiento (202) que comprende:

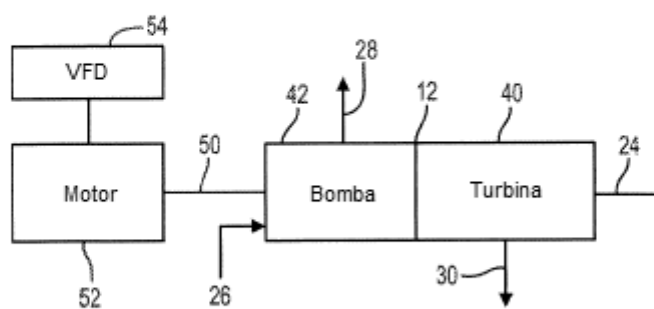
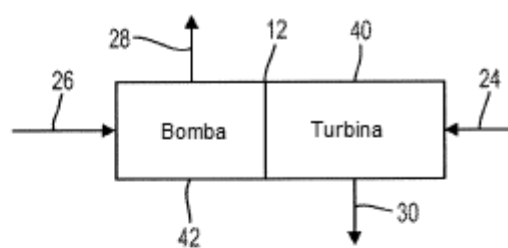
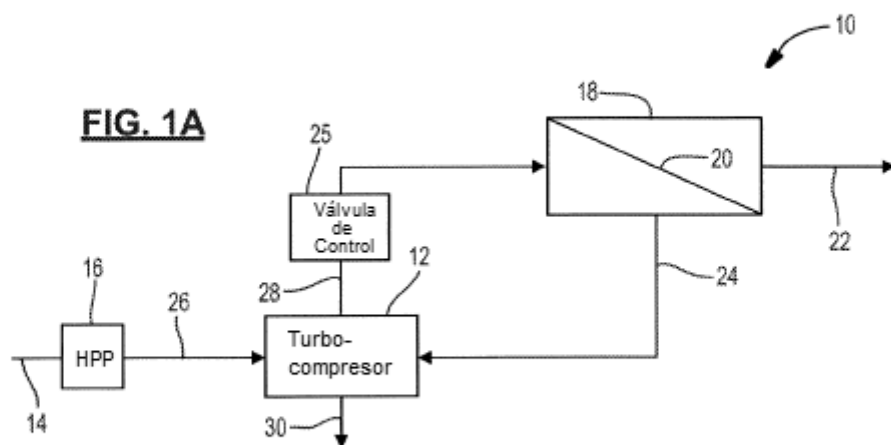
comunicar fluido desde una entrada (24) de la turbina (40) a una voluta (232) a través de un camino de fluido primario (240);

comunicar selectivamente fluido desde la entrada (24) de la turbina (40) hasta la voluta (232) a través de un camino de fluido de camino secundario (242) a través de un conjunto de válvula controlada hidráulicamente (204), dicho conjunto de válvula controlada hidráulicamente (204) que comprende un alojamiento (206) y una cabeza de pistón (216) que definen una cavidad de control (414) y un vástago de válvula (218) que tiene una cabeza de válvula (222) sobre el mismo, en donde dicha cavidad de control (414) se acopla fluídicamente a un puerto (420) a través del alojamiento de pistón (206);

comunicar selectivamente fluido desde una fuente de alta presión (508) a través de una válvula de alta presión (510) y dicho puerto (420) a la cavidad de control (414) y desde una fuente de baja presión (516) a través de una válvula de baja presión (512) y dicho puerto (420) a la cavidad de control (414) moviendo por ello la cabeza de válvula (222) con respecto a un asiento de válvula (252);

generar una señal de posición por medio de un sensor de posición (212) acoplado al pistón (216); y

cambiar una cantidad de fluido que fluye a través del segundo camino de fluido (242) hasta la voluta (232) en respuesta a la comunicación del fluido a la cavidad de control (414) controlando la válvula de alta presión (510) y la válvula de baja presión (512) en respuesta a la señal de posición.



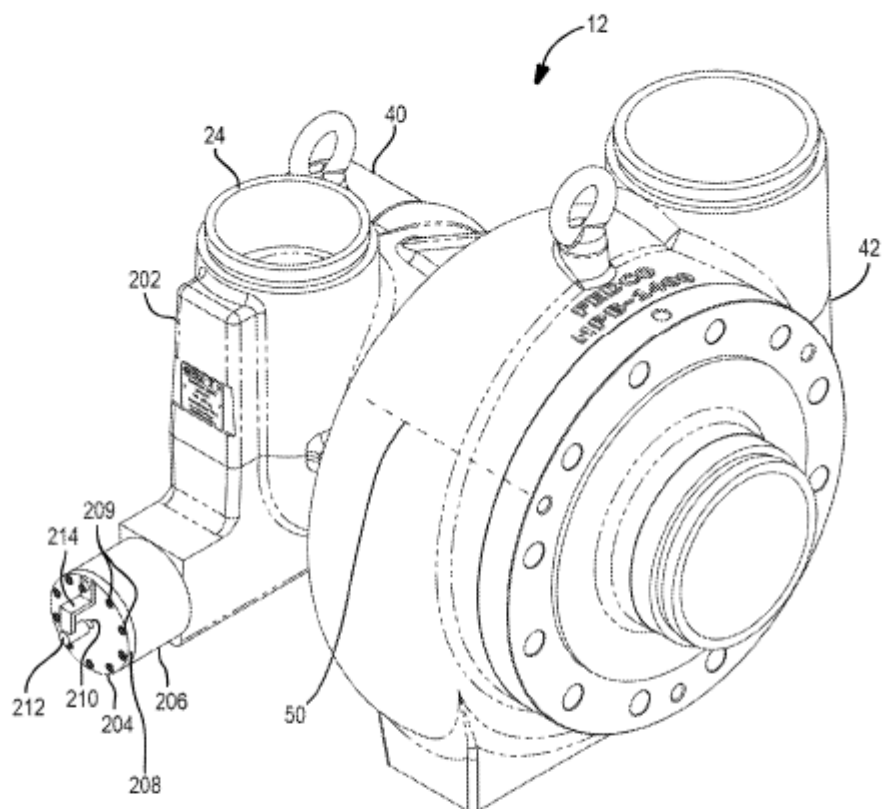


FIG.2A

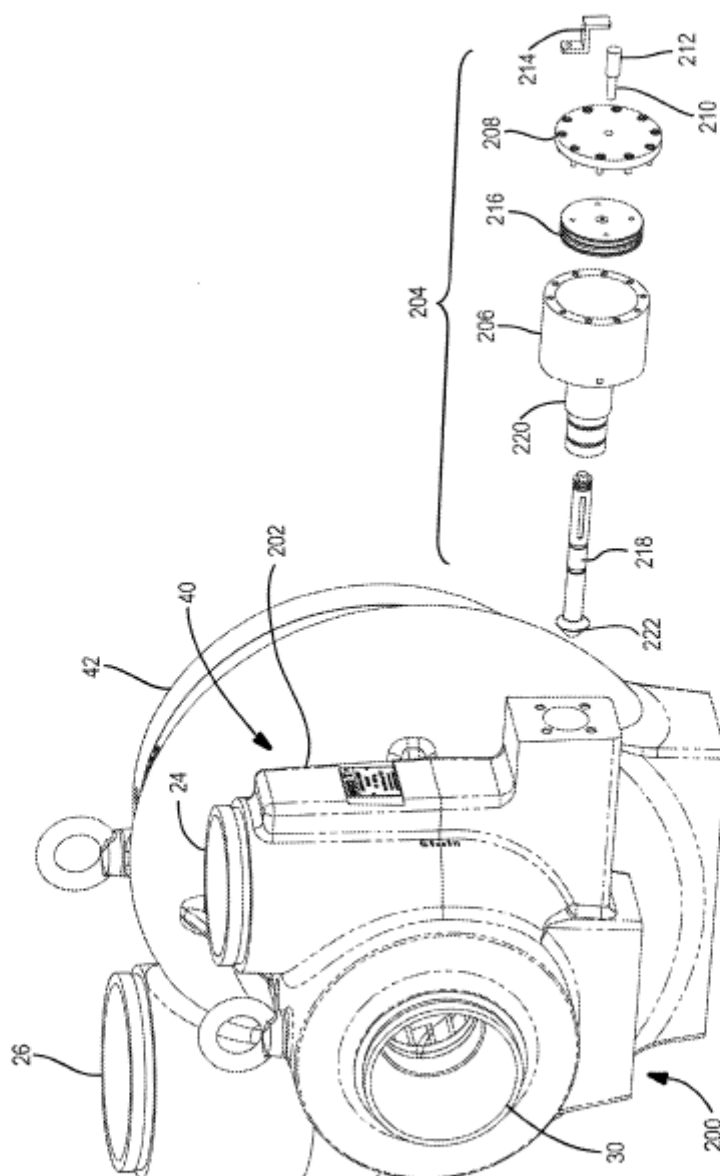


FIG. 2B

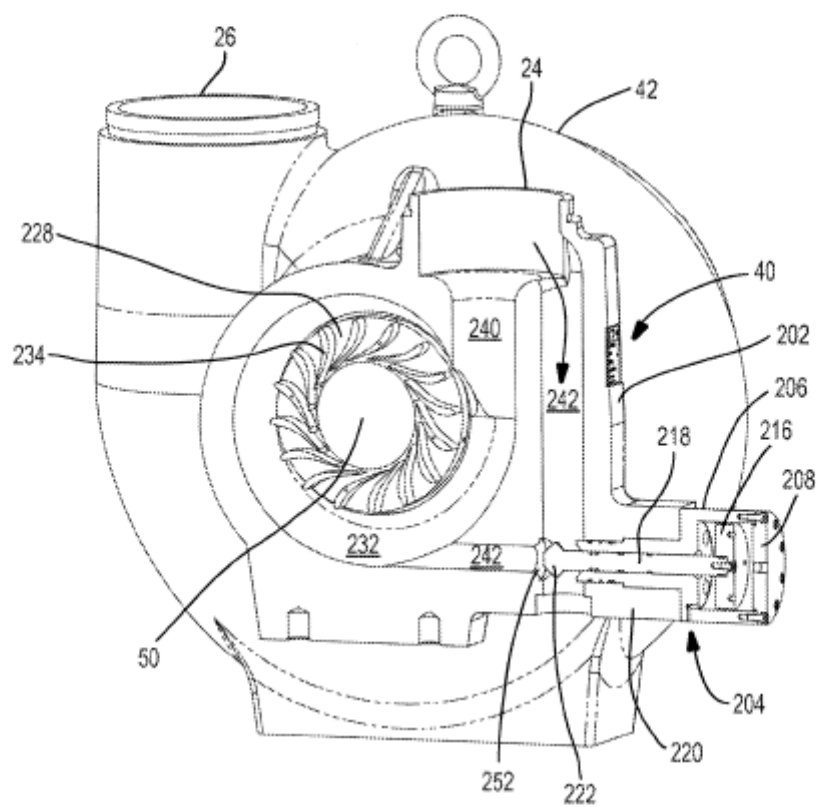


FIG. 3

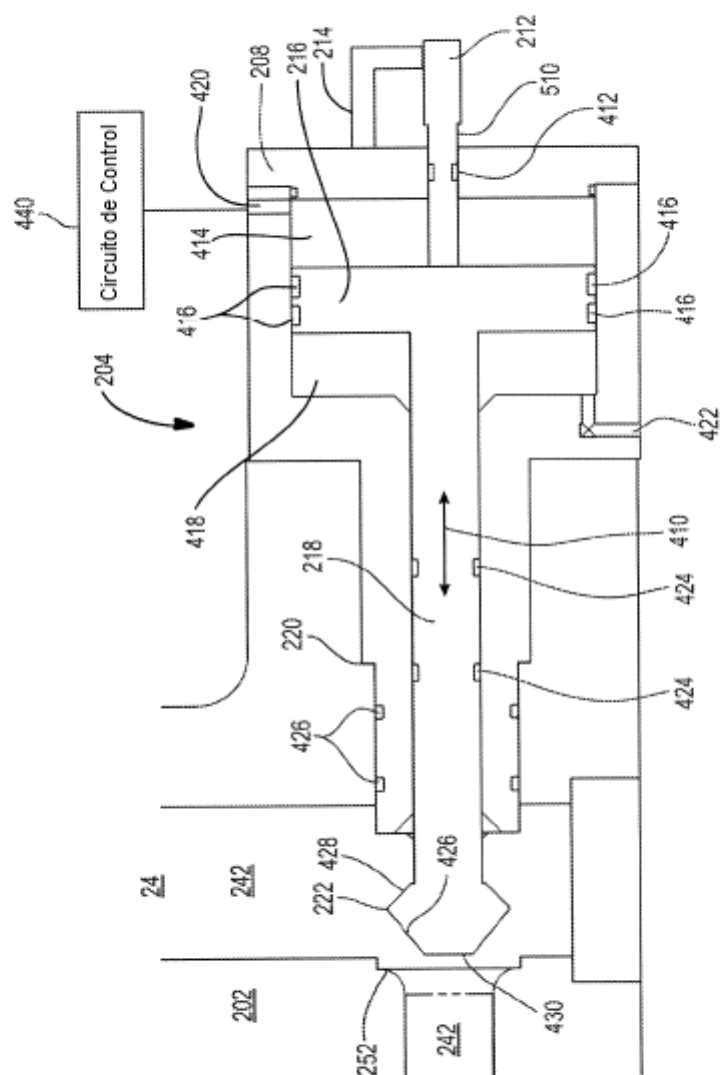


FIG. 4

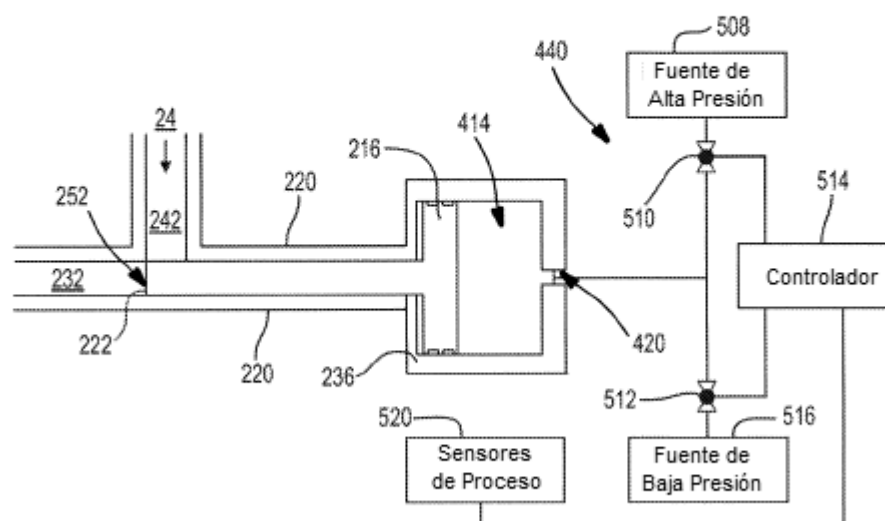


FIG. 5A

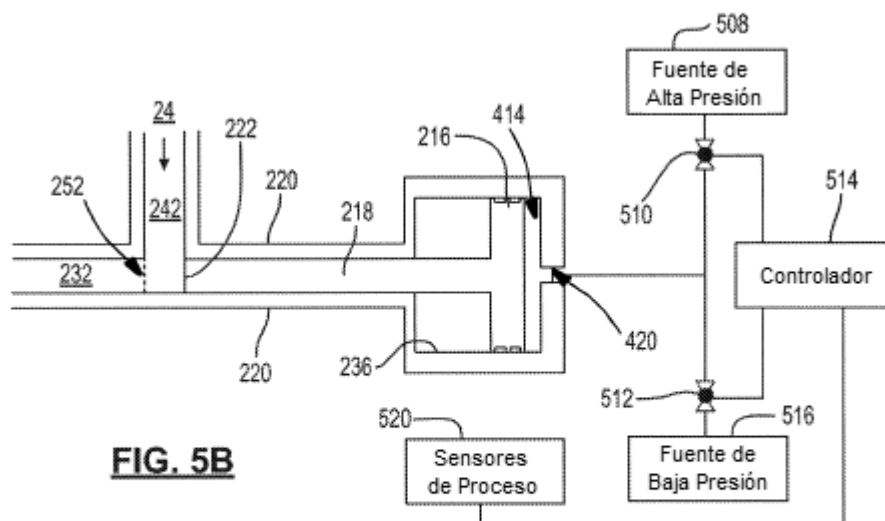


FIG. 5B