

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 620 178**

(51) Int. Cl.:

**E21B 43/36** (2006.01)  
**F04D 31/00** (2006.01)  
**F04D 13/08** (2006.01)  
**F04D 9/00** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2010** PCT/US2010/033840

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010** WO2010129749

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010** E 10772816 (4)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016** EP 2427632

---

(54) Título: **Bomba submarina tolerante al gas.**

(30) Prioridad:

**06.05.2009 US 175978 P**

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

**27.06.2017**

(73) Titular/es:

**CURTISS-WRIGHT ELECTRO-MECHANICAL CORPORATION (100.0%)**  
**1000 Wright Way**  
**Cheswick, PA 15024, US**

(72) Inventor/es:

**SLOTEMAN, DONALD, P.;**  
**CAMPEN, CLIFF, H. y**  
**CONAWAY, ERIC, S.**

(74) Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 620 178 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

Bomba submarina tolerante al gas

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica el beneficio bajo 35 U. S.C. § 119 (e) de la fecha de presentación anterior de la solicitud provisional de Estados Unidos número de serie 61/175.978 presentada el 6 de mayo de 2009.

Campo de la invención

La invención se refiere en general a una bomba centrífuga multietapa con un motor protegido y a un sistema de separación de gases de succión para el manejo de flujo multifase para uso en sistemas de flujo multifase tales como sistemas separadores submarinos.

10 Antecedentes de la invención

Las tecnologías de bombas multifase submarinas están actualmente en funcionamiento en varios lugares alrededor del mundo. Dos tecnologías conocidas son las bombas helicoaxiales y las de doble tornillo.

15 Las bombas helicoaxiales son bombas rotodinámicas que han sido desarrolladas específicamente para el bombeo multifase, y pueden manejar flujos de cualquier líquido o con una porción alta de volumen de gas sin una reducción en su capacidad. Una etapa helicoaxial típica consiste en un impulsor de flujo axial de cuchillas helicoidales seguida por un difusor para dirigir el flujo a la siguiente etapa. La geometría de las cuchillas y paletas está diseñada para homogeneizar la mezcla de gas-petróleo para evitar su separación mientras se aumenta la presión total del fluido.

20 En las aplicaciones que requieren un aumento elevado de presión desde la bomba, las etapas helicoaxiales se utilizan típicamente en una disposición híbrida antes de las etapas del impulsor centrífugo. El aumento de la presión en las etapas helicoaxiales reduce el volumen de gas de la mezcla de fluidos a un nivel en el que las etapas centrífugas funcionarán adecuadamente, típicamente a menos del 5% de la fracción volumétrica de gas. La mayor parte del aumento de la presión de la bomba se produce entonces en una serie de etapas centrífugas.

25 La reducción del volumen de gas en un flujo multifase es esencialmente una función recíproca de la relación de presión referenciada a la presión de entrada de la bomba. Duplicar la presión reduce el volumen de gas a la mitad. El aumento de presión a través de una etapa de bombeo helicoaxial es una presión diferencial constante, típicamente un máximo de aproximadamente 7 bares, independientemente de la presión de entrada. Una etapa helicoaxial con una presión de succión de 7 bares se puede duplicar la relación de presión con un aumento de presión de 7 bares, y disminuir la fracción de volumen de gas en un 50%. La misma etapa que funciona con una presión de succión de 70 bares puede crear una relación de presión de 110% con un aumento de presión de 7 bares, se disminuye la fracción de volumen de gas en un 9%. El número de etapas helicoaxiales en una bomba híbrida se ha limitado típicamente a 7 debido a restricciones rotodinámicas en la longitud del eje, limitando el aumento máximo de presión a aproximadamente 50 bares. Esto ilustra cómo los principios de funcionamiento de las bombas helicoaxiales limitan la combinación de la presión de succión y la fracción de volumen de gas en la que pueden funcionar eficazmente. Los separadores submarinos pueden funcionar a presiones mayores en los que las bombas helicoaxiales puedan ser efectivas. Una bomba helicoaxial se describe en el documento US 5.375.976.

30 35 40 Las bombas de doble tornillo son bombas de tipo de desplazamiento positivo, que producen una tasa de flujo volumétrico constante en una cavidad progresiva formada entre dos tornillos helicoidales de interbloqueo en ejes paralelos. La taza de flujo volumétrico constante está determinada por el volumen de la cavidad entre los tornillos, el paso del tornillo y la velocidad de rotación. Se requieren aberturas pequeñas en las interfaces entre las superficies de interbloqueo el tornillo y entre las puntas de tornillo y la carcasa para minimizar el flujo de recirculación que reduzca la eficiencia volumétrica.

45 50 Debido a su operación de desplazamiento positivo, las bombas de doble tornillo proporcionan un medio eficaz de transporte de fluido multifase. Pueden manejar fluidos con fracciones altas de volumen de gas aproximadamente hasta un 95% sin reducción del caudal. Para una operación efectiva, una bomba de doble tornillo debe manejar fluidos con mayor viscosidad (> 200 cP) para crear un cierre hermético en los pequeños espacios libres entre las superficies del tornillo y la carcasa. Los fluidos de menor viscosidad derivan en un mayor flujo de fugas de recirculación que reducen la eficiencia volumétrica. Por lo general, los separadores submarinos son más eficaces con fluidos de baja viscosidad, lo que excluye a la tecnología de bomba de doble tornillo como una opción atractiva de bombeo para sistemas de separación submarinos. Una bomba de doble tornillo se describe en el documento US 2007/0274842.

Un separador submarino se describe en el documento US 5.526.684. Los sistemas separadores de gas se describen en el documento US 6.705.402; 5.207.810 y 4.886.530. En la US 3.339.821 se muestran diversos tipos de inductores; 3.442.220; 6.435.829 y 7.207.767.

El documento US 5, 482,117 divulga un separador de gas-líquido para una bomba de pozo que incluye un deflector helicoidal estacionario dispuesto en una carcasa tubular para separar el gas del líquido y conducir el gas a través de un conducto central dispuesto en la carcasa a una secuencia de tubos en comunicación con el separador o en el espacio anular del pozo para el flujo a la superficie. El deflector puede interponerse en una bomba sumergible de fondo de pozo convencional entre la sección del motor y la sección de la bomba, la sección de la bomba puede ser

5 modificada para tener un eje de accionamiento de impulsor hueco para conducir gas separado por el separador a través de la sección de la bomba y fuera de los puertos de descarga de gas en la carcasa de la sección de la bomba.

El documento US 6.412.562 divulga una bomba según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Resumen de la invención

El alcance de la invención está definido por el objeto descrito en las reivindicaciones. De acuerdo con una realización de la invención, una motobomba protegida combinada opera directamente en el proceso del fluido sin necesidad de sellos de eje o fluidos amortiguadores o lubricantes. La bomba incorpora un sistema integral de separación de gas que incluye un sistema hidráulico de separación de gases y una trayectoria de flujo que devuelve 15 el gas al separador principal de gas/petróleo. El sistema de separación de gas incluye una entrada de bomba para aceptar el flujo multifase entrante, al menos una cuchilla giratoria alrededor del eje de rotación, una región anular abierta para separar el gas del líquido en el flujo multifase, por lo menos un orificio radial en el eje para dirigir el gas separado al orificio axial, y una salida de la bomba para descargar el líquido de la bomba.

20 La bomba con su separador de gas integrado puede funcionar con altas concentraciones de gas de succión mientras proporciona el aumento de cabeza y caudal requeridos. La bomba con su separador de gas integral mejora la eficiencia del separador principal de gas/petróleo en el sistema al devolver la parte separada de la carga de gas de nuevo al separador principal, donde es más fácil evitar que el gas regrese a la fase líquida. La reducción del gas en el efluente bombeado aumenta la seguridad del flujo, y reduce el potencial de formación de hidrato cuando hay agua 25 presente. Debido a que el separador de la bomba no tiene que comprimir el gas en la succión de la bomba, el sistema puede operar sobre una gama más amplia de presiones separadoras y presiones de succión de la bomba que una configuración de bomba híbrida helico-axial centrífuga que primero debe comprimir el gas antes de que se puedan emplear etapas puramente centrífugas. Debido a que la bomba no tiene que proporcionar etapas (helico-axiales) especializadas con alto grado de gasificación la pila del impulsor centrífugo puede mantenerse a una longitud que hace que lograr la velocidad crítica rotodinámica requerida sea práctica aun con múltiples etapas centrífugas para producir el aumento de presión requerida.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal de una bomba centrífuga multietapa convencional con impulsor de motor protegido; el ventilador superior y el separador de succión no se muestran.

La figura 2 es un esquema de la instalación del separador de succión/descarga.

35 Las figuras 3A y 3B muestran vistas en planta y en sección transversal parcial de un separador de succión con una pala de recogida de gas.

Descripción detallada de la invención

Debe entenderse que las figuras y las descripciones de la invención se han simplificado para ilustrar elementos que 40 son relevantes para una comprensión clara de la invención, al tiempo que se eliminan, por motivos de claridad, otros elementos que pueden ser bien conocidos. Los expertos en la técnica reconocerán que, por ejemplo, todos los componentes de las bombas de motor protegido distintas de las mostradas en las figuras no se han descrito en detalle en el presente documento con el fin de simplificar la especificación de la solicitud de patente.

45 Para los fines de la descripción que se da a continuación, los términos "superior", "inferior", "vertical", "horizontal", "axial", "arriba", "abajo", "en popa" "detrás" y sus derivados se referirán a la invención, tal como está orientada en los dibujos. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede asumir diversas configuraciones alternativas excepto cuando se indique expresamente lo contrario. También debe entenderse que los elementos específicos ilustrados en las figuras y los descritos en la siguiente memoria descriptiva son simplemente ejemplos de las realizaciones de la invención. Por lo tanto, las dimensiones específicas, orientaciones y otras características físicas relacionadas con las realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva no deben considerarse limitantes.

50 La descripción detallada se proporcionará aquí, a continuación con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, los caracteres de referencia similares designan partes correspondientes a través de las vistas.

Se ha concebido una bomba 10 centrífuga multietapa (tipo rotodinámica) con un motor 12 protegido y un sistema de separación de gas de succión para el manejo de flujo multifase para uso en sistemas separadores submarinos (figura 2). Un sistema 14 de separación de gases de succión permite a la bomba 10 acomodar un flujo multifase con gas libre en su entrada 16 mientras que mantiene la capacidad de bombeo a través del sistema hidráulico centrífugo.

El rotor de metal herméticamente sellado y las láminas 18, 20 del estator del motor 12 separan el aislamiento del estator del motor y el cobre del rotor de los fluidos del proceso, manteniendo la integridad eléctrica del motor. Las láminas 18, 20 permiten que la bomba/motor 10/12 funcione sin la necesidad de sellos de eje dinámico o un fluido de amortiguación y sus sistemas de soporte requeridos. La bomba/motor utiliza cojinetes 22 hidrodinámicos resistentes

5 a la abrasión que se lubrican con el fluido del proceso, eliminando la necesidad de un fluido de lubricación de cojinetes y sus sistemas de soporte requeridos. Esta configuración más sencilla de la bomba/motor 10/12 es más robusta que las actuales configuraciones de la bomba submarina, ya que no tiene los puntos de falla potenciales de sellos de eje dinámicos, sistemas de fluido de amortiguación o sistemas de lubricación de cojinetes. La configuración 10 de la bomba/motor 10/12 protegida también permite que la bomba/motor 10/12 funcione con sólo la energía eléctrica suministrada desde la parte superior. Esto resulta en sistemas umbilicales submarinos de bajo coste y elimina el costo continuo del consumo de fluido de amortiguación, al mismo tiempo que impone el menor número de requerimientos en los sistemas de soporte de la parte superior de la instalación anfitriona.

En las realizaciones de la invención, el sistema de separación submarino (figura 2) transporta fluidos multifase desde pozos profundos en alta mar hasta una plataforma superior. La separación en o cerca de un pozo de hidrocarburo 15 disminuye la presión de la cabeza del pozo –con un aumento del flujo del pozo-. Además, si hay agua presente en el fluido bombeado, la separación del gas del líquido reduce la probabilidad de formación de hidrato en la línea de flujo de producción y el bloqueo de la línea de flujo resultante.

La separación submarina provoca desafíos para la bomba submarina debido a que debe soportar una importante 20 carga de trabajo en el transporte de gas desde el separador hasta la bomba. Esto se debe a que los separadores submarinos están diseñados para ser compactos, haciéndolos en general menos eficientes que los separadores superiores de capacidad equivalente. El diseño compacto es necesario para reducir el peso del separador, ya que se requieren carcasa fuertes para resistir las altas presiones submarinas. El diseño de la bomba multifase submarina para el funcionamiento del separador submarino, por lo tanto, debe acomodar el arrastre de gas inherente en el diseño del separador submarino.

25 La disposición de la bomba de acuerdo con la invención que se describe en esta divulgación es aplicable al bombeo multifase en aplicaciones que están fuera de las capacidades de las tecnologías convencionales helicoaxiales o de doble tornillo, aunque también sería eficaz en aplicaciones que actualmente operan las dos tecnologías existentes. La bomba multifase submarina combina un motor protegido con un nuevo sistema de separación de succión para proporcionar una solución robusta a los desafíos submarinos de bombas multifase.

30 La bomba multifase submarina aborda los desafíos del bombeo multifase mediante la utilización de la primera etapa o etapas del sistema hidráulico para separar el gas del líquido (figuras 3A y 3B), al mismo tiempo que permite que la bomba funcione con una baja Cabeza Positiva de Succión Neta (NPSH) en su entrada. El líquido se pasa a etapas centrífugas posteriores en las que se añade presión suficiente de la manera típica para transferir el líquido a la estación superior. El gas se pasa a un sistema de gas separado que lo devuelve al separador submarino.

35 En las realizaciones de la invención, el flujo multifase entra a la entrada 16 de la bomba. El flujo de entrada se muestra radial en la figura 2, pero el flujo de entrada también puede ser tangencial o axial.

Este flujo entra en el sistema 24 hidráulico axial, que está diseñado específicamente para impulsar el gas hacia el centro mientras actúa como inductor para aumentar la presión total del flujo antes de que entre en las etapas del impulsor centrífugo. En las realizaciones de la invención, tal como se muestra en la figura 2, el sistema hidráulico 40 axial son cuchillas 25 giratorias alrededor de un eje 26 de rotación. Las etapas hidráulicas utilizan geometría especial en las palas de flujo axial o mixto que se diseñan para maximizar las fuerzas centrífugas que naturalmente tienden a separar el líquido más denso del gas menos denso. El líquido más denso es impulsado hacia el diámetro exterior de las cuchillas 25 giratorias, mientras que el gas migra hacia el diámetro interior. La forma de la cuchilla se ajusta para optimizar el control de los flujos de gas y del líquido para dirigirlos a las regiones apropiadas. La forma 45 de la cuchilla también actúa como un inductor para permitir que la bomba funcione con un NPSH bajo en su entrada sin causar cavitación.

50 El gas en el centro entra en la característica de separación, que se muestra actualmente como un anillo o "pala" 28 anular. Esta característica puede tener un numero de variaciones geométricas, tales como agujeros, ranuras, paletas, curvatura o ángulos diferentes, etc. El anillo o pala 28 está dimensionado de tal manera que el área de trayectoria de flujo de gas separado es, en esta realización, de la misma proporción del área de trayecto del flujo del líquido, como la fracción de volumen de gas líquido de fase múltiple bombeada. Esto puede variar según se requiera para hacer que la tecnología funcione y puede ser, por ejemplo, 15% del área de trayecto de flujo de líquido, para acomodar 15% de gas por fracción de volumen. La separación axial entre el sistema 24 hidráulico axial y el impulsor 30 centrífugo también puede variar según se requiera.

55 El líquido con el gas eliminado continúa corriente abajo hacia uno o más impulsores 30 centrífugos, donde su presión se incrementa de la manera estándar de modo que pueda ser conducida a través de la línea.

El gas separado viaja a través de una trayectoria de flujo que lo devuelve al separador 40 submarino (figura 2). Como se muestra en las figuras 3A y 3B, la trayectoria del flujo incluye orificios 32 radiales a través del árbol 34 que

conectan con un orificio 36 axial en el árbol 34 hueco. Este orificio 36 axial se conecta entonces a una línea 38 de retorno que vuelve al separador 40 submarino. Esta trayectoria de flujo puede tener una diversidad de geometrías, de forma y orientación variables de los orificios radiales, características tales como paletas en el orificio 36 axial, o una dirección diferente (hacia arriba a través del eje) por completo.

5 El gas separado que se desplaza a través del orificio 36 axial se aísla del flujo de entrada por medio de un sello 42 rotodinámico entre el flujo de entrada y un árbol 34 hueco, lo que permite al mismo tiempo la rotación relativa entre el árbol de bomba giratorio y la carcasa estacionaria. La interfaz entre el árbol 34 y la carcasa puede tener una variedad de configuraciones, dependiendo del flujo de entrada axial o radial.

10 El gas de corriente separada requiere un refuerzo de presión para ser devuelto al separador 40 submarino. Esto puede conseguirse eficazmente y simplemente con, por ejemplo, una bomba 41 depuradora situada en la línea de corriente separada entre la carcasa y el separador. El líquido de alta presión se extrae de la descarga de la bomba multifase (o de alguna etapa intermedia) a través de la válvula 38 de control del flujo del depurador y de una línea 38 de retorno del gas de succión para proporcionar la fuerza motriz en la bomba 41 depuradora.

15 La recirculación de este líquido de accionamiento y del gas separado da como resultado una eficiencia volumétrica reducida de la bomba 10 multifase. La línea 38 de retorno de gas de succión puede estar prevista entre una línea 44 de control de producción y el separador 40. Una válvula 43 de control de flujo del depurador puede ser colocada en la línea 38 de retorno de gas de succión para estrangular el caudal extraído de la bomba 10 y devuelto al separador 40 a través de la línea 38 de retorno de gas de succión, mejora el rendimiento volumétrico de la bomba 10. Esto es posible a medida que el separador del proceso mejora la eficiencia después de un transitorio de arranque del pozo, reduciendo el colector de gas a la bomba 10, lo que reduce el caudal de gas separado y el líquido recirculado a la bomba 41 depuradora. El flujo que no ha sido puenteado continúa a través de la línea 44 de control de producción que tiene la válvula 48 de control de nivel de líquido. El fluido multifase se transporta desde el separador 40 a la entrada de la bomba a través de la línea 50 de succión de la bomba. Como se conoce en la técnica, puede proporcionarse una línea 45 de derivación que incluye una válvula 46 de derivación.

20 25 El sistema de separación de gas descrito, que incluye la válvula de control y la depuradora como fuerzas de regulación y fuerza motriz, es la realización preferida del enfoque de separación de gas. Otros métodos pueden ser visualizados e implementados como parte de la intención de este concepto.

30 Una bomba centrífuga submarina multietapa en esta realización tiene el motor orientado por encima de la bomba con la succión de la bomba hacia abajo (figura 1). El rotor del motor y la bomba están montados en ejes independientes con sistemas de cojinetes separados y conectados mediante un acoplamiento de eje.

La orientación con la succión de la bomba hacia abajo es necesaria para lograr una NPSH (carga de succión positiva neta) aceptable cuando se instala en una disposición con un separador. El separador tiene que estar elevado con respecto a la bomba/motor para proporcionar una NPSH adecuada para la bomba.

35 Una disposición económica y fiable para un conjunto de sistemas hidráulicos multietapas consiste en una multitud de etapas centrífugas apiladas axialmente en serie, con la etapa hidráulica separadora de gas en la misma pila axial en la entrada de la bomba. El sistema hidráulico anidado con las succiones, todos apuntando en la misma dirección, se presta a una disposición compacta.

40 45 El motor es un diseño de motor protegido sellado herméticamente. Las láminas metálicas delgadas separan las barras del rotor del motor y los bobinados del estator del motor y el aislamiento del fluido del proceso, permitiendo un funcionamiento confiable y duradero del motor. El fluido del proceso se utiliza para enfriar el motor, y extraer el calor generado en el motor a través de las láminas metálicas. Las láminas permiten que la bomba/motor funcione sin la necesidad de sellos dinámicos del eje o un fluido de amortiguación y sus sistemas de soporte requeridos. Aunque el sistema ilustrado utiliza un motor protegido, el sistema también puede usarse con motores no protegidos.

50 El motor separado y los ejes de bomba están montados sobre sistemas de cojinetes de película de fluido independientes. Los cojinetes están lubricados con el fluido de proceso, lo cual elimina la necesidad de un fluido de lubricación de cojinetes y sus sistemas de soporte requeridos

55 La disposición hidráulica da como resultado cargas de empuje que se combinan y se dirigen hacia la succión. Para hacer un cojinete de empuje compacto y económico, parte de la carga de empuje hidráulicamente inducida es equilibrada por un pistón situado en el eje de la bomba en la descarga de la bomba. Este pistón y un manguito de tolerancia estrecha permiten que el fluido bombeado tenga a una presión más baja en una cavidad separada, equilibrando parcialmente la carga hidráulica acumulada sobre cada etapa. Esta disposición del diseño es bien conocido por los profesionales que dominan la materia. Típicamente, el fluido de escape de balance es ventilado por un conducto apropiado a la succión de la bomba como un flujo de derivación.

Los sistemas de separación de procesos submarinos no son muy efectivos para eliminar todas las partículas sólidas del flujo multifase. Las partículas abrasivas de hasta 50 micrones de tamaño deben ser manejadas por la bomba submarina. La película de fluido que se forma en los cojinetes en el conjunto de bomba/motor submarino está hecha de materiales cerámicos, tales como carburo de silicio o carburo de tungsteno que han demostrado ser eficaces para

soportar partículas abrasivas. Los cojinetes están diseñados para tener una película fluida grande para mejores características de manejo de partículas.

5 Debido a que el motor lleno de líquido está por encima del tambor de equilibrio, cualquier gas que se libera a través de este dispositivo de estrangulamiento tiende a subir hacia las cavidades del motor. Esta acumulación de gas podría eventualmente resultar en cojinetes superiores parcialmente descubiertos, lo que podría conducir a daños en los cojinetes y fallos.

10 El motor de la bomba en esta realización incorpora una ventilación en la tapa superior del motor que permite que el flujo de equilibrio se purgue fuera de la parte superior del motor de vuelta al separador. Esto sirve para establecer el 15 gradiente de presión requerido a través de la bomba para el equilibrio de empuje y para barrer el gas libre continuamente fuera del motor y de vuelta al separador. Si bien esto permite un cierto flujo de gas a través de los cojinetes, no afecte materialmente a las propiedades del fluido. Esta estrategia requiere que la parte superior de los cojinetes superiores del motor estén por debajo del nivel de líquido del separador cuando se apague la bomba de modo que el fluido de proceso no fluya de nuevo al separador, dejando al descubierto los cojinetes.

15 Además de proporcionar la potencia motriz para transportar la fase líquida desde el separador hasta una instalación superficial apropiada, la bomba es parte del sistema de control del nivel de líquido del separador. La velocidad de la 20 bomba puede variar para afectar el control de nivel dentro del separador, o en el caso de una bomba centrífuga, la descarga de la bomba puede ser estrangulada por la válvula 48 de control de nivel de líquido para influir en el mismo resultado; un estrangulamiento más alto da como resultado un caudal de producción más bajo mientras que un estrangulamiento inferior pasa una tasa de flujo de producción más alta. La capacidad para controlar el flujo se requiere por variaciones en la salida de los pozos de alojamiento y la necesidad de manejos transitorios durante el arranque y el apagado.

25 La bomba multifase de separación de gas descrita en esta divulgación funcionará con un rendimiento constante independientemente de la presión de succión de la bomba o variación en el transporte de gas desde el separador del proceso. Esto permite que la bomba proporcione un rendimiento estable a lo largo de la vida útil del pozo, ante las caídas de presión en la cabeza del pozo.

Nada en la descripción detallada anterior está destinado a limitar la invención a materiales, geometría u orientación de elementos específicos, ya que la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Una bomba (10) para uso en un sistema de bombeo multifase para bombear fluidos de procesos multifase, comprendiendo la bomba (10):

un eje (34);

5 al menos un impulsor (30) montado en el eje (34) y que tiene un eje (26) de rotación;

un motor (12) acoplado con el árbol (34) para girar al menos un impulsor (30);

al menos un cojinete (22) para soportar el eje (34);

una entrada (16) de bomba para aceptar el flujo multifase entrante; y

10 al menos una cuchilla (25) inductora giratoria alrededor del eje (26) de rotación, en la que la cuchilla (16) inductora está dispuesta entre la entrada 16 de la bomba y al menos un impulsor (30);

caracterizada porque la cuchilla (25) inductora está configurada para accionar el gas hacia un centro situado radialmente hacia dentro del al menos un impulsor y la cuchilla inductora;

una región (28) anular abierta formada entre el centro y al menos un impulsor (30) y configurada para separar el gas del líquido en el flujo multifase;

15 al menos un orificio (32) radial en el eje (34) dispuesto entre la región (28) anular abierta y un orificio (36) axial del eje (34) para dirigir el gas separado al orificio (36) axial; y una salida de la bomba para descargar el líquido de la bomba (10).

20 2. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el motor (12) es una bomba de motor protegida que tiene un estátor (20) y un rotor (18) sellados herméticamente de los fluidos del proceso por láminas metálicas.

3. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la región anular abierta incluye al menos un agujero, una ranura y una paleta.

25 4. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la región anular abierta está dimensionada de tal manera que el área de trayectoria de flujo de gas separada tiene la misma proporción del área de trayectoria de fluido que la fracción de volumen de gas fluido multifase bombeado.

5. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que al menos un cojinete (22) es al menos un cojinete de película fluida lubricado por el fluido de proceso.

30 6. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la bomba (10) está adaptada para su uso en un sistema (40) separador submarino gas/petróleo.

7. Un sistema de separación de bomba multifase para separar fluidos de procesos multifase, comprendiendo el sistema:

una bomba (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 ú 11;

un separador de fluido conectado de forma fluida a la bomba (10);

35 una línea de retorno de gas en conexión operativa entre el separador y el orificio (36) axial del eje (34) de bomba para devolver el gas separado al separador;

una línea de entrada de bomba en conexión operativa entre el separador y la entrada (16) de bomba para suministrar fluido multifase a la bomba (10); y

una línea de salida de la bomba para dirigir el líquido descargado lejos de la bomba (10).

40 8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende además una segunda bomba para efectuar el flujo de gas en la línea de retorno del gas.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la segunda bomba es una bomba (41) depuradora.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el sistema es un sistema (40) separador submarino de gas/petróleo.

11. La bomba (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el motor (12) incluye una ventilación configurada para devolver el gas a un separador de fluido.

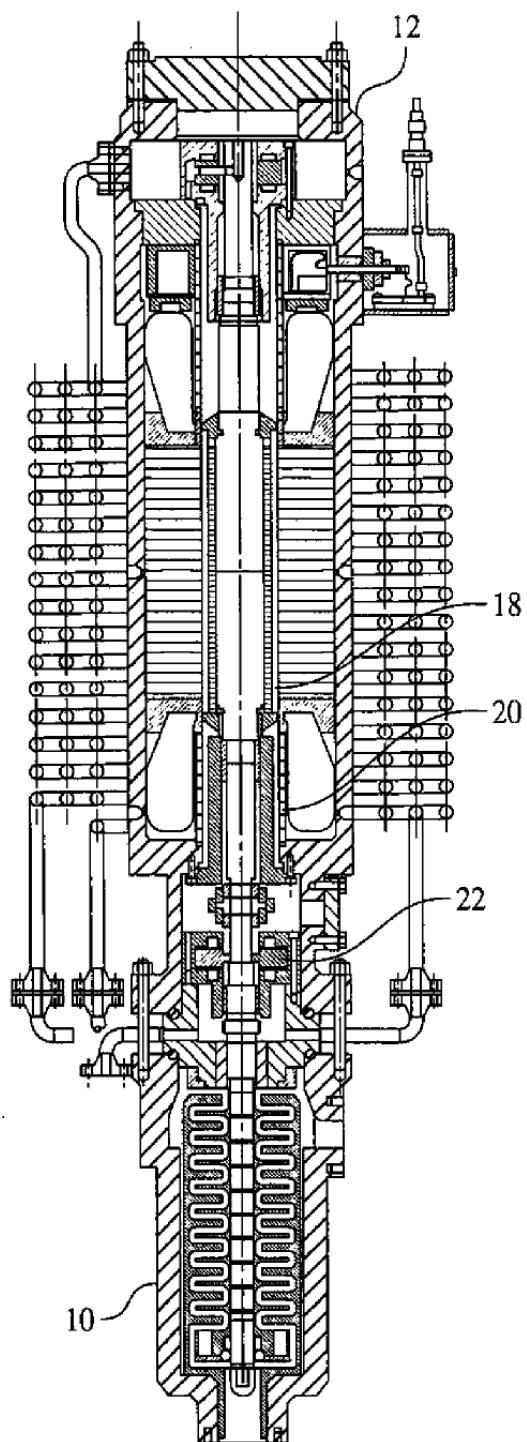


FIG. 1

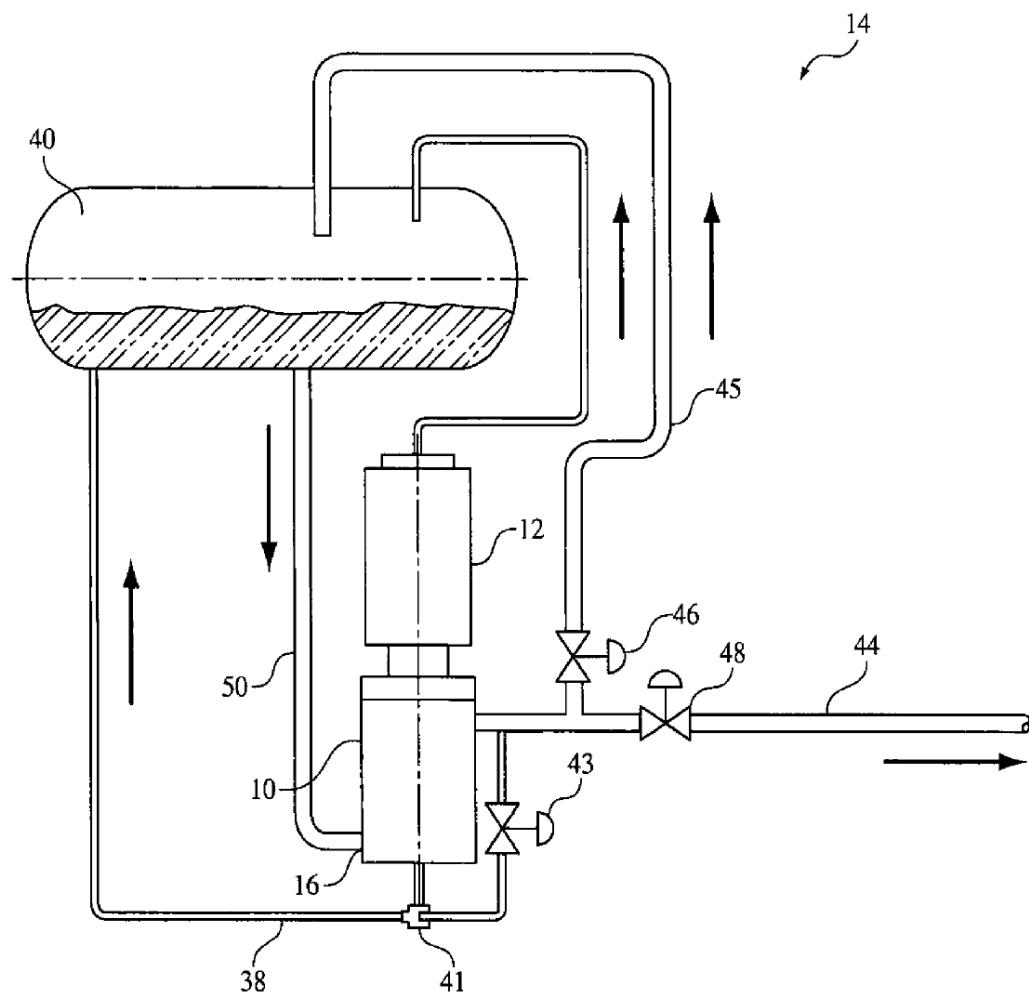


FIG. 2

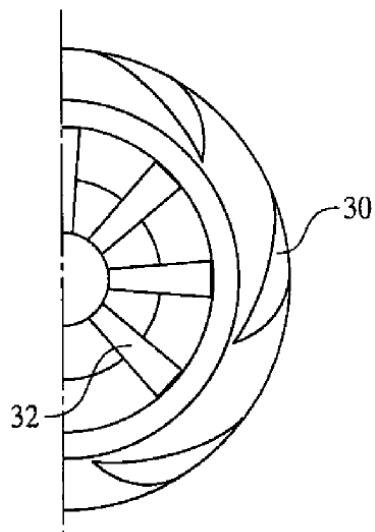


FIG. 3A

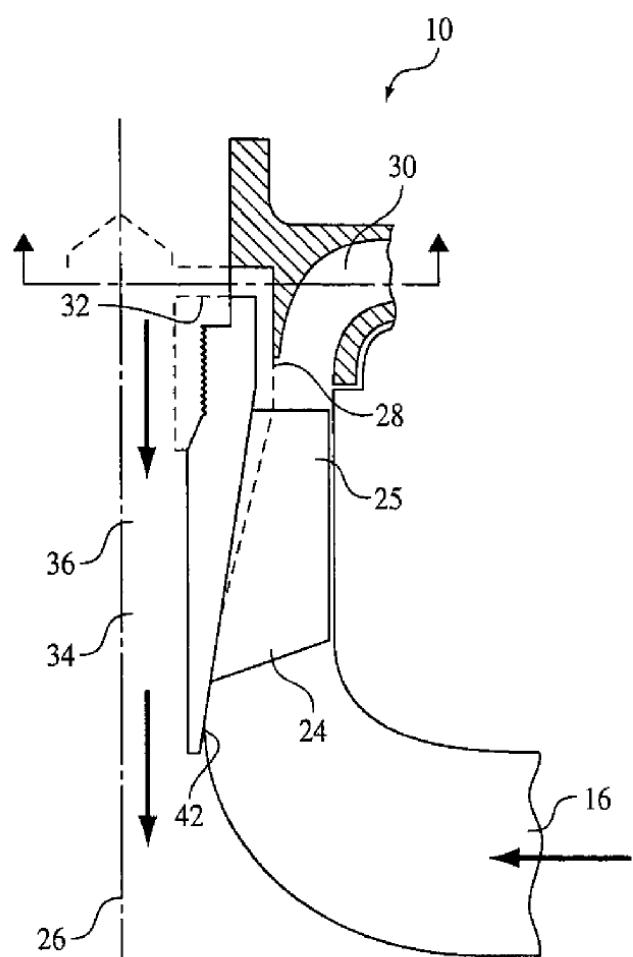


FIG. 3B