

Señores

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá, D.C.

Re.: Expediente No. NC2021/0007422

Fase nacional de Solicitud

de Patente PCT a nombre de

BAKER HUGHES, A GE COMPANY LLC

En relación con la solicitud contenida en el expediente de la referencia y, en particular, para dar respuesta al Concepto Técnico contenido en el Oficio No. 20852, proferido dentro del mismo, dentro del término conferido, por medio del presente escrito nos permitimos manifestarles:

1. Se acompañan al presente escrito reivindicaciones modificadas 1 a 18.
2. Con respecto al capítulo de reivindicaciones modificadas que se acompaña, en el mismo:

2.1 La reivindicación 1 ha sido modificada para incorporar las limitaciones de la reivindicación 3, que ha sido eliminada.

2.2 Las reivindicaciones 8 y 12 han sido modificadas para señalar que cada difusor “no está contenido dentro de una carcasa externa común”. El soporte para esta modificación se encuentra en la reivindicación 15 original y en el párrafo [017] de la descripción.

2.3 Se han agregado los números de referencia entre paréntesis a las reivindicaciones.

3. Se presenta una nueva Figura 3 que se ha modificado para mostrar en corte transversal parcial el difusor (118) y el impulsor (120) de las etapas (110) de la bomba (106). El impulsor (120), el difusor (118) y el eje (115) se muestran

genéricamente dentro de cada etapa (110). La Figura 3 representa una vista de corte transversal parcial de las etapas (110) de la bomba (106) de modo que el eje (115), el impulsor (120) y el difusor (118) sean visibles. El difusor (118) de la segunda etapa (110) tiene un diámetro externo menor que el difusor (118) de la primera etapa (110).

4. Se presenta una nueva descripción que se ha modificado con base en los cambios realizados a la Figura 3, específicamente en los párrafos [12], [15], y [16].

5. El señor Examinador considera que los documentos citados en el Oficio No. 20852, o sea, la patente estadounidense No. 4,097,186 expedida a Budris (D1) y la publicación de la solicitud de patente No. 2011/0194926 (D2) afectan los requisitos de patentabilidad de la solicitud.

Sin embargo, mi representada considera que la invención contenida en las reivindicaciones que se acompañan cumple con los requisitos de patentabilidad por cuanto:

5.1 Con respecto a la reivindicación 1, el señor Examinador encuentra que “D1 es considerado como el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 1, ya que divulga un que las carcasas de extremo de uso múltiple para bombas centrífugas de etapas múltiples de tipo anular se adaptan respectivamente a las carcasas de extremo de succión lateral y las carcasas de extremo de descarga lateral de bombas centrífugas de tipo anular de etapas múltiples de succión de lado horizontal, vertical y de pozo seco, se describen con un diseño generalmente cilíndrico. porción de cuerpo que tiene al menos cuatro orejetas de tirante (...) tiene una amplia superficie de apoyo del adaptador, y una superficie encajada en el rebaje formada sobre ella para hacerla utilizable con una variedad de adaptadores que pueden ser necesarios en diferentes tipos de bombas en las que se utilizan las carcasas de los extremos”. (sic)

En el Oficio, el señor Examinador admite que “La diferencia entre la invención definida entre la reivindicación 1 y el sistema divulgado en D1, consiste en que la solicitud incluye que cada difusor es un recipiente de presión independiente. El efecto que se logra al incluir específicamente que cada difusor es un recipiente de presión independiente es permitir aumentar la presión de fluido al interior de las etapas de la bomba”.

Continúa señalando el señor Examinador en el Oficio que “Por lo tanto, el problema técnico objetivo que pretende resolver esta invención se puede formular así: ¿cómo modificar el sistema divulgado en D1 para aumentar la presión de fluido al interior de las etapas de la bomba?”.

Para subsanar la deficiencia admitida en el documento D1, el señor Examinador sugiere que el documento D2 revela que “cada difusor es un recipiente de presión independiente para aumentar la presión de fluido al interior de las etapas de la bomba”.

5.2 La Solicitante manifiesta su desacuerdo respetuoso con esta conclusión por dos motivos:

- i) En primer lugar, la Solicitante señala que el Oficio No. 20852 identifica incorrectamente el propósito de utilizar difusores contenidos dentro de un “recipiente a presión independiente”. Como se explica en la solicitud, “A diferencia de los sistemas convencionales de bombeo de superficie de múltiples etapas, los difusores 118 no están contenidos dentro de un alojamiento externo separado. De esta manera, los difusores 118 se configuran, cada uno, como un recipiente de presión independiente que puede dimensionarse sin restricción a un alojamiento externo común que se encuentra en bombas de etapas múltiples convencionales. Esto permite que el difusor 118 y el impulsor 120 se agranden y configuren para una operación óptima bajo condiciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja, mientras que también proporciona una operación de velocidad de flujo alta. Además, esto permite que cada etapa 110 se dimensione de manera diferente de las otras etapas 110 en la bomba 106.”. (párrafo 017, subrayado fuera de texto).
- ii) Por lo tanto, el beneficio declarado de usar difusores que están configurados como “recipientes a presión independientes” es permitir que los difusores (y los impulsores correspondientes) se dimensionen independientemente de los otros difusores e impulsores en la bomba. Esto hace posible el uso de grandes difusores e impulsores que están diseñados específicamente para “condiciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja”. En consecuencia, la Solicitante sostiene que la motivación declarada para combinar D1 y D2 es inadecuada y, por lo tanto, debe retirarse.

- iii) Segundo, ni el documento D1 ni el documento D2 revelan una bomba de “succión final” en la que el difusor es un recipiente a presión independiente. Para resaltar esta distinción, la reivindicación 1 ha sido modificada para señalar que cada difusor (118) es “un recipiente a presión independiente que no está contenido dentro de una carcasa externa.”
- iv) El documento D1 no revela un difusor que encierra al impulsor, en donde cada difusor no está contenido dentro de una carcasa externa común. En cambio, D1 revela el uso de *difusores internos* (63) que están contenidos dentro de una carcasa externa (32). D1 describe una bomba centrífuga de tipo anular de etapas múltiples de succión lateral horizontal (30) que tiene una carcasa (32) la cual incluye, una “pluralidad de carcasas en forma de anillo para las etapas de bombeo como se indica en 34, 36, 38, 40, 42 y 44 retenidas en posición ensamblada por barras de acoplamiento 46 y tuercas de bloqueo de barras de acoplamiento 47 para formar la bomba centrífuga.” (D1, col. 3, línea 64 a col. 4, línea 2). Es claro en las FIGS. 1 y 14 de D1 que los difusores (63) están cada uno contenidos dentro de una etapa de bombeo correspondiente (p. ej., 36), que se ensamblan para formar una carcasa común (32). De esta manera, cada difusor (63) es un componente *interno* que está contenido dentro de una carcasa *externa* común (32).
- v) Del mismo modo, el documento D2 revela una “bomba centrífuga (33) que contiene un eje (49) que se extiende longitudinalmente a través de la bomba (33), una pluralidad de etapas de conjuntos combinados de difusor e impulsor (51, 53) y una carcasa (55) (ver la FIG. 1) que protege muchos de los componentes de la bomba.” (D2, párrafo 0034, subrayado fuera de texto).

Debido a que ni D1 ni D2 revelan un difusor que es un “recipiente a presión independiente que no está contenido dentro de una carcasa externa”, la objeción a la reivindicación 1 debe retirarse. La Solicitante sostiene que la reivindicación 1 (y las reivindicaciones que dependen de ella) son admisibles sobre la combinación de D1 y D2.

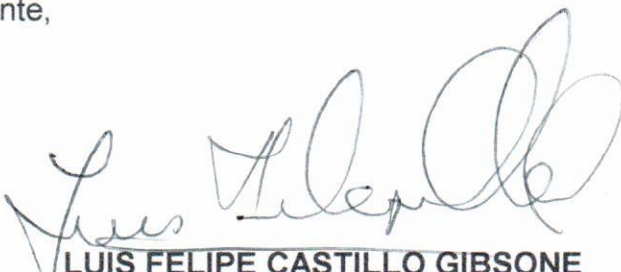
5.3 En cuanto a la reivindicación 9, el señor Examinador concluyó que “se considera obvia” a la luz de D1 y D2. La Solicitante manifiesta respetuosamente su desacuerdo.

La reivindicación 9 también ha sido modificada para aclarar que cada difusor es un "recipiente a presión independiente que no está contenido por una carcasa externa". Como se señaló anteriormente con respecto a la reivindicación 1, ni D1 ni D2 divulgan esta característica. Debido a que tanto D1 como D2 se basan en carcasas externas, la objeción a la reivindicación 9 debe retirarse. La Solicitante sostiene que la reivindicación 9 (y las reivindicaciones que dependen de ella) son admisibles sobre la combinación de D1 y D2.

5.4 Del mismo modo, pasando a la reivindicación 13, el señor Examinador concluyó que "se considera obvia" a la luz de D1 y D2. La Solicitante manifiesta respetuosamente su desacuerdo. La reivindicación 13 también ha sido modificada para aclarar que cada difusor es un "recipiente a presión independiente que no está contenido por una carcasa externa". Como se señaló anteriormente con respecto a las reivindicaciones 1 y 9, ni D1 ni D2 divulgan esta característica. Debido a que tanto D1 como D2 dependen de carcasas externas, la objeción a la reivindicación 13 debe retirarse. La Solicitante sostiene que la reivindicación 13 (y las reivindicaciones que dependen de ella) son admisibles sobre la combinación de D1 y D2.

6. Acompañamos comprobante de pago por concepto de modificaciones a solicitudes en trámite relacionadas con el capítulo descriptivo, el capítulo reivindicatorio, y las figuras Recibo No. _____.

De Ustedes Atentamente,


LUIS FELIPE CASTILLO GIBSONE
T.P. No. 68.995 del C.S.J.

REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un sistema de bombeo de superficie (100) configurado para uso como una solución de costo eficaz en aplicaciones de baja NPSHr, el sistema de bombeo de superficie (100) caracterizado por:
un motor (102); y
una bomba (106) impulsada por el motor (102), en donde la bomba (106) comprende:
una descarga (114) en un primer extremo de la bomba (106);
un extremo de succión (112) en un segundo extremo de la bomba (106), en donde la descarga (114) está entre el extremo de succión (112) y el motor (102);
una pluralidad de etapas (110) entre el extremo de succión (112) y la descarga (114), la pluralidad de etapas (110) comprende:
un impulsor (120); y
un difusor (118) que encierra el impulsor (120), en donde cada difusor (118) es un recipiente de presión independiente que no está contenido dentro de una carcasa externa común.
2. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 1, en donde el sistema de bombeo de superficie (100) comprende además una unidad de vástago (115) y en donde la unidad de vástago (115) es accionada por el motor (102) y en donde cada impulsor (120) de la pluralidad de etapas (110) está conectado a la unidad de vástago (115).
3. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 1, en donde al menos una de la pluralidad de etapas (110) se configura como una etapa de flujo mixto (110).
4. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 3, en donde al menos una de la pluralidad de etapas (110) se configura como una etapa de flujo radial (110).
5. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de etapas (110) comprende una primera etapa (110), una segunda etapa (110) y una tercera etapa (110).

6. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 5, en donde la primera etapa (110) comprende un difusor (118) que tiene un primer diámetro externo y en donde la segunda etapa (110) comprende un difusor (118) que tiene un segundo diámetro externo que es menor que el primer diámetro externo.
7. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 5, en donde la primera etapa (110) se configura como una etapa de flujo mixto (110) y la segunda etapa (110) se configura como una etapa de flujo radial (110).
8. Un sistema de bombeo de superficie (100) configurado para uso como una solución de costo eficaz en aplicaciones de baja NPSHr, el sistema de bombeo de superficie (100) caracterizado por:
un motor (102); y
una bomba (106) impulsada por el motor (102), en donde la bomba (106) comprende:
una descarga (114) en un primer extremo de la bomba (106);
un extremo de succión (112) en un segundo extremo de la bomba (106);
una pluralidad de etapas (110) entre el extremo de succión (112) y la descarga (114), en donde cada una de la pluralidad de etapas (110) comprende:
un impulsor (120); y
un difusor (118) que encierra al impulsor (120), en donde cada difusor (118) es un recipiente a presión independiente que no está contenido dentro de una carcasa externa común.
9. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 8, en donde la descarga (114) está entre el extremo de succión (112) y el motor (102).
10. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 8, en donde la bomba (106) comprende además un módulo de sello de vástago (116) conectado a la descarga (114) de la bomba (106).

11. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 10, en donde el sistema de bombeo de superficie (100) comprende además una cámara de empuje entre el motor (102) y la bomba (106) y en donde el módulo de sello de vástago (116) está conectado entre la descarga (114) de la bomba (106) y la cámara de empuje.
12. Un sistema de bombeo de superficie (100) configurado para uso como una solución de costo eficaz en aplicaciones de baja NPSHr, el sistema de bombeo de superficie (100) caracterizado por:
- un marco;
 - un motor (102) montado en el marco;
 - una cámara de empuje montada en el marco adyacente al motor (102);
 - una bomba (106) montada en el marco adyacente a la cámara de empuje y en donde la bomba (106) comprende:
 - una descarga (114) en un primer extremo de la bomba (106);
 - un módulo de sello de vástago (116) conectado entre la descarga (114) y la cámara de empuje;
 - un extremo de succión (112) en un segundo extremo de la bomba (106), en donde la descarga (114) se encuentra entre el extremo de succión (112) y el motor (102); y
 - una pluralidad de etapas (110) entre el extremo de succión (112) y la descarga (114), en donde cada una de la pluralidad de etapas (110) comprende:
 - un impulsor (120); y
 - un difusor (118) que encierra al impulsor (120), en donde cada difusor (118) es un recipiente a presión independiente que no está contenido por una carcasa externa; y
 - un eje, en donde el eje se extiende desde el motor (102) hasta los impulsores (120) a través de la cámara de empuje y el módulo de sello de vástago (116).
13. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 12, en donde el eje (115) comprende una pluralidad de segmentos de eje interconectados.
14. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 12, en donde al menos una de la pluralidad de etapas (110) se configura como una etapa de flujo mixto (110).

15. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 14, en donde al menos una de la pluralidad de etapas (110) se configura como una etapa de flujo radial (110).
16. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 12, en donde la pluralidad de etapas (110) comprende una primera etapa (110), una segunda etapa (110) y una tercera etapa (110).
17. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 16, en donde la primera etapa (110) comprende un difusor (118) que tiene un primer diámetro externo y en donde la segunda etapa (110) comprende un difusor (118) que tiene un segundo diámetro externo que es menor que el primer diámetro externo.
18. El sistema de bombeo de superficie (100) de la reivindicación 17, en donde la primera etapa (110) se configura como una etapa de flujo mixto (110) y la segunda etapa (110) se configura como una etapa de flujo radial (110).

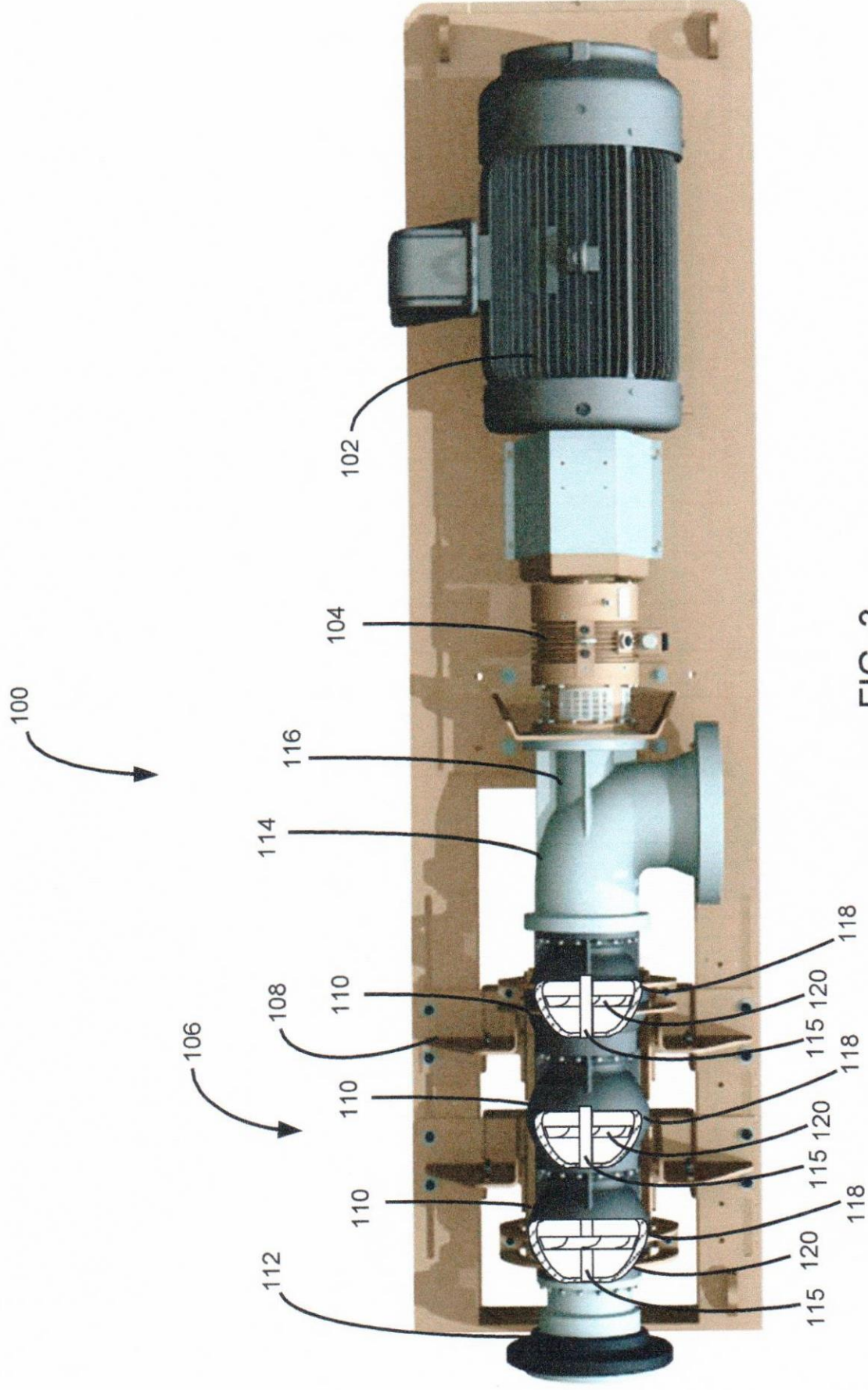


FIG. 3

BOMBA HORIZONTAL DE FLUJO ALTO Y NPSHr BAJA

SOLICITUDES RELACIONADAS

5 [1] Esta solicitud reivindica el beneficio de la
solicitud de patente provisional de los EE. UU. con núm. de
serie 62/769.456 titulada "High Flow and Low NPSHr Horizontal
Pump", presentada el 19 de noviembre de 2018, cuya descripción
se incorpora en la presente descripción como referencia.

10

CAMPO DE LA INVENCION

[2] Esta invención se relaciona generalmente con el
campo de los sistemas de bombeo, y más particularmente, pero
15 no a manera de limitación, con un diseño de bomba horizontal
mejorado para usarse en aplicaciones de altura neta positiva
de succión (NPSH, por sus siglas en inglés) baja.

ANTECEDENTES

20

[3] Los sistemas de bombeo horizontales se usan
en diversas industrias para una variedad de propósitos. Las
bombas de cámara partida grandes se usan frecuentemente
para mover fluidos entre instalaciones de almacenamiento

basadas en la superficie. En la industria de petróleo y gas, por ejemplo, los sistemas de bombeo horizontales se usan para bombear fluidos, tales como agua separada del petróleo, a un destino remoto, tal como un tanque, estanque
5 de retención o pozo de eliminación. Muchas bombas de cámara partida usadas en esta industria se diseñan para satisfacer o exceder los estándares expuestos en API 610. Aunque generalmente eficaces, las bombas de cámara partida son costosas, difíciles de fabricar y crean frecuentemente
10 plazos de ejecución grandes para la entrega e instalación.

[4] Como una alternativa a las bombas de cámara partida, los fabricantes han cambiado a bombas de múltiples etapas diseñadas para usarse en un entorno de fondo de pozos. Estas bombas de etapas múltiples se colocan en un
15 marco montado sobre patín y se usan en una orientación horizontal. Típicamente estos sistemas de bombeo horizontal incluyen una bomba, un motor, y un alojamiento de succión ubicado entre la bomba y el motor. También se incluye una cámara de empuje entre el motor y el alojamiento de
20 succión. La bomba incluye una unidad de descarga que se conecta a la tubería corriente abajo.

[5] En aplicaciones de bombeo de fondo de pozos, la presión del fluido en la entrada de la bomba se aumenta frecuentemente mediante la presión de descarga creada por

la columna de fluido en la boca de pozo. Sin embargo, en los sistemas de bombeo basados en la superficie, la altura neta positiva de succión disponible ($NPSH_A$, por sus siglas en inglés) puede ser mucho más baja. Para igualar la $NPSH_A$ con la presión de succión requerida por la bomba ($NPSH_R$), los diseñadores han intentado incorporar una “bomba de aceleración” separada que carga la presión del fluido a una $NPSH_A$ que iguala o sobrepasa la $NPSH_R$ requerida por la bomba horizontal. El uso de una bomba de aceleración separada es costoso y requiere espacio adicional que puede no estar disponible en ciertas aplicaciones.

[6] Para superar las ineficacias de usar una bomba de aceleración separada, los fabricantes de bombas han diseñado también sistemas de bombeo que tienen una unidad primaria de múltiples etapas conectada a una unidad de etapas de $NPSH$ baja externa, separada accionada por un vástago y motor comunes. Este enfoque se describe en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos núm. 2017/0051752 A1, cuya descripción se incorpora en la presente descripción como referencia. A pesar de los avances en la técnica, persiste la necesidad de una solución de bombeo de superficie de costo eficaz que proporcione altas velocidades de flujo en aplicaciones con $NPSH_r$ baja.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[7] En un aspecto, la presente invención incluye un sistema de bombeo de superficie que tiene un motor y una bomba accionada por el motor. La bomba tiene una descarga en un primer extremo de la bomba, un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, y una pluralidad de etapas entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas incluye un impulsor y un difusor que encierra el impulsor. Cada difusor es un recipiente de presión independiente. En algunas modalidades, el difusor y el impulsor en cada etapa son grandes y se configuran para usarse en aplicaciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja.

[8] En otra modalidad, la presente invención proporciona un sistema de bombeo de superficie que tiene un marco, un motor montado en el marco, una cámara de empuje montada en el marco adyacente al motor y una bomba montada en el marco adyacente a la cámara de empuje. La bomba incluye una descarga en un primer extremo de la bomba, un módulo de sello de vástago conectado entre la descarga y la cámara de empuje, y un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, donde la descarga está entre el extremo de succión y el motor. La bomba incluye también una pluralidad de etapas

de la bomba entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas tiene un impulsor y un difusor que encierra el impulsor. En esta modalidad, cada difusor es un recipiente de presión independiente. El sistema de bombeo de superficie incluye también un vástago que se extiende desde el motor hasta los impulsores a través de la cámara de empuje y el módulo de sello de vástago.

[9] En aun otra modalidad, la presente invención proporciona un sistema de bombeo de superficie que tiene un motor y una bomba accionada por el motor. La bomba tiene una descarga en un primer extremo de la bomba, un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, y una pluralidad de etapas entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas incluye un impulsor y un difusor que encierra el impulsor. En esta modalidad, cada difusor es un recipiente de presión independiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[10] La Figura 1 es una vista lateral de un sistema de bombeo de superficie construido de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente invención.

[11] La Figura 2 es una perspectiva lateral del sistema de bombeo de superficie de la Figura 1.

[12] La Figura 3 es una vista superior de un corte transversal parcial del sistema de bombeo de superficie de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

5

[13] De acuerdo con una modalidad ilustrativa, las Figuras 1-3 muestran las vistas lateral, en perspectiva y superior, respectivamente, de un sistema de bombeo horizontal 100. El sistema de bombeo horizontal 100 incluye un motor 102, una cámara de empuje 104, y una bomba 106. La cámara de empuje 104 se conecta entre la bomba 106 y el motor 102. Los diversos componentes dentro del sistema de bombeo horizontal 100 se soportan por un marco 108 que puede configurarse como un patín adecuado para colocarse sobre una almohadilla, remolque o cualquier otra superficie estable capaz de soportar el sistema de bombeo horizontal 100. En la modalidad ilustrativa representada en las Figuras 1-3, los diversos componentes del sistema de bombeo horizontal 100 se fijan con pernos al marco 108 de tal manera que el sistema de bombeo horizontal 100 puede elevarse, moverse, ajustarse y configurarse como un elemento unitario sin la necesidad de realinear los componentes individuales del sistema de bombeo horizontal 100.

[14] Como se usa en la presente descripción, los términos “corriente arriba” y “corriente abajo” proporcionan referencias de posición relativas a componentes dentro del sistema de bombeo horizontal 100. Se entenderá que los
5 componentes corriente arriba están ubicados más cerca del extremo de succión 112, mientras que los componentes corriente abajo están ubicados a una distancia mayor del extremo de succión 112 en la dirección del flujo de fluido lejos del extremo de succión 112. Aunque las modalidades
10 preferidas se describen en relación con un sistema de bombeo horizontal 100, se apreciará que las modalidades preferidas también pueden encontrar utilidad en otros sistemas de bombeo, que incluyen sistemas de bombeo verticales montados en la superficie.

15 [15] La bomba 106 incluye una o más etapas de turbomaquinaria 110, un extremo de succión 112 y una descarga 114. Como se representa, la bomba 106 se configura como una bomba de “succión de extremo” en la cual el extremo de succión 112 se ubica en el extremo opuesto de la bomba 106 de la
20 cámara de empuje 104. La descarga 114 se ubica entre las etapas 110 y la cámara de empuje 104. Generalmente, el motor 102 acciona la bomba 106 a través de uno o más vástagos 115 que se extienden a través de la cámara de empuje 104 y la descarga 114 a las etapas 110. El motor 102 puede

configurarse como un motor de 4 polos que opera en respuesta a una corriente de entrada que tiene una frecuencia más alta que la corriente aplicada a los motores convencionales de 2 polos y 3 polos. En una modalidad, el motor 102 se configura para rotar a no más de aproximadamente 1750 revoluciones por minuto (RPM). En otras modalidades, el motor 102 es un motor de combustión interna que produce el torque para accionar la bomba 106. En ciertas modalidades, puede ser deseable desplegar cajas de engranajes o componentes de transmisión adicionales entre el motor 102 y la bomba 106. En aun otras modalidades, el motor 102 se configura como un motor eléctrico de 2 polos o 3 polos.

[16] Como se ilustra mejor en la Figura 3, la descarga 114 incluye un módulo de sello de vástago 116 que soporta y sella el vástago 115 a medida que este entra en la descarga 114. El módulo de sello de vástago 116 incluye uno o más sellos de vástago (no se muestran) que evitan que el fluido de alta presión se libere de la descarga 114 a través del módulo de sello de vástago 116. Estas características de diseño se encuentran más comúnmente en las bombas de turbina verticales.

[17] Los fluidos bombeados se proporcionan al extremo de succión 112 desde un conducto de entrada y se presurizan mediante las etapas de bomba 110. Cada una de las

etapas de bomba 110 incluye un difusor 118 y un impulsor 120 contenidos dentro del difusor 118. A diferencia de los sistemas convencionales de bombeo de superficie de múltiples etapas, los difusores 118 no están contenidos dentro de un alojamiento externo separado. De esta manera, los difusores 118 se configuran, cada uno, como un recipiente de presión independiente que puede dimensionarse sin restricción a un alojamiento externo común que se encuentra en bombas de etapas múltiples convencionales. Esto permite que el difusor 118 y el impulsor 120 se agranden y configuren para una operación óptima bajo condiciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja, mientras que también proporciona un operación de velocidad de flujo alta. Además, esto permite que cada etapa 110 se dimensione de manera diferente de las otras etapas 110 en la bomba 106.

[18] En algunas modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más grandes en la etapa 110 más cercana al extremo de succión 112 para manejar una NPSH más baja en el extremo de succión. En otras modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más pequeños en la etapa 110 más cercana al extremo de succión 112. En aun otras modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más grandes en las etapas intermedias 110 entre las etapas más pequeñas

110 ubicadas adyacentes al extremo de succión 112 y la
descarga 114. En aplicaciones de presión más alta, la bomba
106 puede incluir opcionalmente un alojamiento externo (no
se ilustra) que refuerza los diversos componentes de la
5 bomba 106 contra presiones internas elevadas.

[19] En algunas modalidades, las etapas 110 se
configuran como etapas de flujo grandes, mixtas. Las etapas
adecuadas 110 se encuentran en aplicaciones de bomba de
turbina vertical usadas frecuentemente en instalaciones de
10 generación de energía basadas en vapor. Los impulsores 120
se diseñan para proporcionar un aumento en la presión del
fluido bombeado mientras que minimizan la cavitación. En
otras modalidades, las etapas 110 se configuran como etapas
de flujo radial. En aun otras modalidades, la bomba 106
15 incluye una combinación de etapas de flujo mixtas 110 y
etapas de flujo radial 110.

[20] El sistema de bombeo de superficie 100 se
adapta bien para bombear volúmenes de fluido grandes entre
instalaciones de superficie. Las aplicaciones adecuadas
20 incluyen el movimiento de fluidos entre contenedores de
almacenamiento, estanques de retención y cuerpos de agua de
origen natural. Debido a que el sistema de bombeo de
superficie 100 se configura para operación de alto volumen,
el sistema de bombeo de superficie 100 puede usarse también

para proporcionar la alimentación de fluido en operaciones de
fracturamiento hidráulico. En estas aplicaciones, el sistema
de bombeo de superficie 100 puede usarse para transferir
fluido de "fractura" desde una instalación de almacenamiento a
5 las bombas triples de alta presión comúnmente usadas en
operaciones de fracturamiento hidráulico.

[21] Debe entenderse que aunque se han expuesto
numerosas características y ventajas de varias modalidades
de la presente invención en la descripción anterior, junto
10 con detalles de la estructura y funciones de varias
modalidades de la invención, esta descripción es solamente
ilustrativa, y pueden hacerse cambios en detalle,
especialmente en materias de estructura y arreglo de partes
dentro de los principios de la presente invención en la
15 medida indicada por el amplio significado general de los
términos en los que se expresan las reivindicaciones
adjuntas. Aquellos con experiencia en la técnica apreciarán
que las enseñanzas de la presente invención pueden
aplicarse a otros sistemas sin apartarse del alcance y
20 espíritu de la presente invención.