

BOMBA Y SEPARADOR DE GAS INTEGRADOS

ANTECEDENTES

[0001] Los hidrocarburos, tales como el petróleo y el gas, se producen u obtienen de formaciones de depósitos subterráneos que pueden estar ubicadas en tierra o en el mar. El desarrollo de las operaciones subterráneas y los procesos implicados en la extracción de hidrocarburos de una formación subterránea suelen implicar una serie de etapas diferentes, tales como la perforación de un pozo en el lugar deseado, el tratamiento del pozo para optimizar la producción de hidrocarburos, la realización de las etapas necesarias para producir los hidrocarburos de la formación subterránea y el bombeo de los hidrocarburos a la superficie de la tierra.

[0002] Al realizar operaciones subterráneas, pueden utilizarse sistemas de bomba, por ejemplo, sistemas de bombas eléctricas sumergibles (ESP), cuando la presión del depósito por sí sola es insuficiente para producir hidrocarburos de un pozo o es insuficiente para producir los hidrocarburos a una velocidad deseable del pozo. La presencia de gas o de gas libre en un depósito o en el fluido de un pozo y el comportamiento resultante del flujo multifásico del fluido tiene un efecto perjudicial sobre el rendimiento de la bomba y la refrigeración del sistema de bomba. El funcionamiento económico y eficiente de las bombas puede verse afectado por el fluido cargado de gas. La presencia de gas en una bomba provoca una caída de la presión creada dentro de las etapas de la bomba, lo cual reduce la salida de esta. Altas concentraciones de gas dentro de una bomba pueden crear una condición comúnmente conocida como "bloqueo de gas", donde el gas es tan prominente dentro las etapas de la bomba, que el líquido de producción previsto ya no llega a la superficie. La separación del gas de la fase líquida del fluido antes de su entrada en la bomba mejora el rendimiento de esta, disminuye sus vibraciones y reduce su temperatura de funcionamiento. Se necesita un sistema de separación de gas de bomba eficaz, eficiente y confiable.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0003] Para una comprensión más completa de la presente divulgación, ahora se hace referencia a la siguiente breve descripción, tomada en relación con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, en donde los números de referencia similares representan partes similares.

[0004] La Figura 1 es una ilustración de un ensamblaje de bomba eléctrica sumergible de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0005] La Figura 2 es una ilustración de una porción de un ensamblaje de bomba eléctrica sumergible de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0006] La Figura 3 es una ilustración de un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0007] La Figura 4 es una ilustración de otro ensamblaje de bomba y separador de gas integrados de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0008] La Figura 5 es una ilustración de aún otro ensamblaje de bomba y separador de gas integrados de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0009] Las Figuras 6A y 6B son un diagrama de flujo de un método de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0010] Las Figuras 7A y 7B son ilustraciones de camiones que trasladan componentes de un ensamblaje de bomba eléctrica sumergible a una ubicación de pozo de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0011] Las Figuras 7C, 7D, 7E, 7F y 7G son ilustraciones que representan el ensamblaje progresivo del ensamblaje de bomba eléctrica sumergible en el pozo en virtud de operar y configurar una sarta de terminación en el pozo de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

[0012] La Figura 8 es una ilustración de aún otro ensamblaje de bomba y separador de gas integrados de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0013] Debe entenderse desde el principio que, si bien a continuación se ilustran implementaciones ilustrativas de una o más formas de realización, los sistemas y métodos divulgados pueden implementarse mediante el uso de cualquier cantidad de técnicas, ya sean conocidas actualmente o que aún no existan. La divulgación no debe limitarse en modo alguno a las implementaciones, dibujos y técnicas ilustrativas que se ilustran a continuación, sino que puede modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas junto con su alcance completo de equivalentes.

[0014] Como se usa en la presente, las expresiones y los términos de orientación "corriente arriba", "corriente abajo", "arriba" y "abajo" se definen con respecto a la dirección del flujo del fluido de pozo en el revestimiento de pozo. "Corriente arriba" se dirige en sentido contrario a la dirección del flujo del fluido de pozo, hacia la fuente del fluido de pozo (por ejemplo, hacia las perforaciones en el revestimiento de pozo a través de las cuales los hidrocarburos fluyen desde una formación subterránea y hacia el revestimiento). "Corriente abajo" se dirige en la dirección del flujo del fluido de pozo, lejos de la fuente del fluido de pozo. "Abajo" y "hacia el fondo de pozo" se dirigen en

sentido contrario a la dirección del flujo del fluido de pozo, hacia la fuente del fluido de pozo. "Hacia arriba" y "hacia arriba del pozo" se dirigen en la dirección del flujo del fluido de pozo, lejos de la fuente del fluido de pozo. "Acoplado flúidicamente" significa que dos o más componentes tienen pasajes internos que se comunican entre sí a través de los que el fluido, si lo hubiere, puede fluir. Un primer componente y un segundo componente pueden estar "acoplado flúidicamente" a través de un tercer componente ubicado entre el primer componente y el segundo componente si el primer componente tiene pasajes internos que se comunican con los pasajes internos del tercer componente, y si los mismos pasajes internos del tercer componente se comunican con los pasajes internos del segundo componente.

[0015] El gas que entra en una bomba eléctrica sumergible (ESP) puede causar diversas dificultades para una bomba centrífuga. En un caso extremo, la ESP puede quedar bloqueada por gas y volverse incapaz de bombear fluido. En un caso menos extremo, la ESP puede experimentar condiciones de funcionamiento dañinas cuando transitoriamente pasa una descarga de gas. Cuando está en funcionamiento, la ESP rota a alta velocidad (por ejemplo, alrededor 3600 RPM) y depende del flujo continuo del líquido de depósito para enfriar y lubricar las superficies de rodamiento. Cuando este flujo continuo del líquido de depósito se interrumpe, incluso durante un breve periodo de segundos, los rodamientos de la ESP pueden calentarse rápidamente y sufrir desgaste significativo, lo que acorta la vida operacional de la ESP, por lo que aumenta los costos de operación debido a los recambios y/o reparaciones más frecuentes de la ESP. En algunos entornos de funcionamiento, por ejemplo, en algunos pozos horizontales, las descargas de gas que persisten durante al menos 10 segundos se experimentan repetidamente. Algunas descargas de gas pueden persistir durante hasta 30 segundos o más.

[0016] Para mitigar estos efectos del gas en una ESP, se puede colocar un separador de gas corriente arriba de un ensamblaje de una bomba centrífuga para separar el fluido en fase gaseosa del fluido en fase líquida, descargar el fluido en fase gaseosa en el pozo fuera del separador de gas, y descargar el fluido en fase líquida a una entrada del ensamblaje de bomba centrífuga. Pero en un régimen de producción de flujo alto, el acoplamiento entre la salida de fase de fluido del separador de gas a la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga puede estrangularse indeseablemente y limitar la velocidad de producción de hidrocarburos mediante la ESP, por ejemplo, debido a una trayectoria de flujo estrecha a través del cuello formado en un acoplamiento entre el separador de gas y el ensamblaje de bomba centrífuga. Por ejemplo, se puede introducir

un hombro en la parte superior del separador de gas para proporcionar orificios de pernos y un estrechamiento de cuello puede introducirse en la parte inferior del ensamblaje de bomba centrífuga para permitir espacio para que las herramientas atornillen pernos para asegurar la parte inferior del ensamblaje de bomba centrífuga a la parte superior del separador de gas.

[0017] Además, un acoplamiento estriado en la unión entre un eje de transmisión en el separador de gas y un eje de transmisión en el ensamblaje de bomba centrífuga puede limitar la trayectoria de flujo para la fase líquida del fluido de la descarga de fase líquida del separador de gas a la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga. El acoplamiento estriado puede comprender dientes o ranuras externas en un eje de transmisión del separador de gases, dientes o ranuras externas en un eje de transmisión del ensamblaje de la bomba centrífuga, y un eje, un acoplador estriado o una camisa de acoplamiento que tiene dientes internos que se acoplan con los dientes o ranuras externas de los dos ejes. El diámetro exterior del eje o acoplamiento estriado sobresale en la trayectoria de flujo (por ejemplo, es de mayor diámetro que el diámetro de los ejes de transmisión). Esta limitación en la trayectoria de flujo puede reducir el flujo del fluido a través del ensamblaje de bomba centrífuga y por lo tanto la velocidad de producción de hidrocarburos a la superficie.

[0018] La presente divulgación enseña un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados que supera esta limitación al proporcionar una etapa de bomba centrífuga (o una pluralidad de etapas de bomba centrífuga) que tiene una entrada corriente abajo de la descarga de fase líquida de la cupla (por ejemplo, un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido) y una salida corriente arriba de la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga. En este caso, la bomba en el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados puede mantener una velocidad de flujo más alta a través de la garganta estrecha en el acoplamiento del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados con el ensamblaje de bomba centrífuga porque fuerza la fase líquida de fluido a través de la garganta estrecha.

[0019] Las formas de realización ilustrativas de la presente invención se describen en detalle en la presente. Para mayor claridad, puede que no todas las características de una implementación real se describan en esta memoria descriptiva. Se observará, por supuesto, que en el desarrollo de cada una de las formas de realización reales se tomarán numerosas decisiones específicas de implementación para alcanzar los objetivos de implementación específicos, que pueden variar de una implementación a otra. Además, se observará que puede que tal esfuerzo de desarrollo sea complejo y

requiera tiempo, pero sería una tarea rutinaria para las personas del oficio de nivel medio que se benefician de la presente divulgación.

[0020] La Figura 1 ilustra un entorno de sitio de pozo 100, de acuerdo con uno o más aspectos de la presente invención. Si bien el entorno de sitio de pozo 100 ilustra un entorno subterráneo basado en tierra, la presente divulgación contempla cualquier entorno de sitio del pozo, que incluye un entorno submarino. En una o más formas de realización, uno o más componentes o elementos pueden usarse con equipos de operaciones subterráneos ubicados en plataformas marinas, barcos de perforación, semisumergibles, barcas de perforación y plataformas terrestres.

[0021] En una o más formas de realización, el entorno de sitio de pozo 100 comprende un pozo 104 por debajo de una superficie 102 en una formación 124. En una o más formas de realización, un pozo 104 puede comprender un pozo no convencional, horizontal o de cualquier otro tipo. El pozo 104 puede estar definido en parte por una sarta de revestimiento 106 que puede extenderse desde una superficie 102 hasta una ubicación seleccionada en el fondo de pozo. Las porciones del pozo 104 que no comprenden la sarta de revestimiento 106 pueden denominarse pozo abierto.

[0022] En una o más formas de realización, se pueden bombear varios tipos de hidrocarburos o fluidos desde el pozo 104 a la superficie 102 mediante el uso de un ensamblaje de bomba eléctrica sumergible (ESP) 150 dispuesto o colocado en el fondo de pozo, por ejemplo, dentro, parcialmente dentro o fuera del revestimiento 106 del pozo 104. El ensamblaje ESP 150 puede comprender una bomba centrífuga 108, un cable eléctrico 110, un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, un sellador o ecualizador 114, un motor eléctrico 116 y un paquete de sensores 118. En una forma de realización, el ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede comprender una o más etapas de bomba centrífuga, cada etapa de bomba centrífuga comprende un impulsor acoplado mecánicamente a un eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga y un correspondiente difusor que se mantiene fijo y retenido dentro del ensamblaje de bomba centrífuga (por ejemplo, retenido mediante una carcasa del ensamblaje de bomba centrífuga). En una forma de realización, el ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede no contener una bomba centrífuga, pero en lugar puede comprender una bomba de varilla, una bomba de cavidad progresiva o cualquier otro sistema de bomba adecuado o una combinación de estos.

[0023] El ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede transferir presión al fluido 126 o cualquier otro tipo de fluido en el fondo de pozo para bombear o levantar el fluido desde el fondo de pozo a la superficie 102 a una velocidad de bombeo deseada o

seleccionada. El ensamblaje de bomba centrífuga 108 se acopla al ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 se acopla a un sellador o ecualizador 114 que se acopla a un motor 116. El motor eléctrico 116 puede acoplarse a un paquete sensores en el fondo de pozo 118. En una o más formas de realización, un cable eléctrico 110 está acoplado al motor eléctrico 116 y a un controlador 120 en la superficie 102. El cable eléctrico 110 puede proporcionar energía al motor eléctrico 116, transmitir una o más instrucciones de control u operación desde el controlador 120 al motor eléctrico 116, o ambos.

[0024] En una o más formas de realización, el fluido 126 puede ser un fluido de pozo de múltiples fases que comprende uno o más hidrocarburos. Por ejemplo, el fluido 126 puede comprender una fase gaseosa y una fase líquida de un pozo o depósito en una formación 124. En una o más formas de realización, el fluido 126 puede entrar en el pozo 104, el revestimiento 106 o ambos a través de una o más perforaciones 130 en la formación 124 y fluir hacia arriba a uno o más puertos de entrada del ensamblaje ESP 150. El ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede transferir presión al fluido 126 al agregar energía cinética al fluido 126 mediante la fuerza centrífuga y convertir la energía cinética en energía potencial en forma de presión. En una o más formas de realización, el ensamblaje de bomba centrífuga 108 eleva el fluido 126 a la superficie 102. En algunos contextos, el fluido 126 se puede denominar fluido de depósito.

[0025] La presión del fluido en el pozo 104 hace que el fluido 126 entre en el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 separa una fase o componente gaseoso de la fase líquida del fluido 126 antes de que la fase gaseosa entre en el ensamblaje de bomba centrífuga 108. En una o más formas de realización, el motor eléctrico 116 es un motor eléctrico sumergible configurado u operado para encender uno o más componentes en el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 114 y una o más etapas de bomba del ensamblaje de bomba centrífuga 108. En una forma de realización, el motor eléctrico 116 puede ser un motor de inducción de jaula de ardilla bipolar y trifásico o cualquier otro motor eléctrico operable o configurable para proporcionar potencia rotacional.

[0026] El sellador o ecualizador 114 puede ser un protector de motor que sirve para igualar la presión y mantener el aceite para motor separado del fluido 126. En una o más formas de realización, una sección de tubería de producción 122 puede acoplarse al ensamblaje de bomba centrífuga 108 mediante el uso de uno o más conectores 128 o puede acoplarse directamente al ensamblaje de bomba centrífuga 108. En una o más

formas de realización, una o más secciones de tubería de producción 122 pueden acoplarse juntas mecánicamente para extender el ensamblaje ESP 150 en el pozo 104 hasta una ubicación deseada o especificada. Uno o más de otros componentes de fluido 126 pueden bombearse desde el ensamblaje de bomba centrífuga 108 a través de la tubería de producción 122 hasta la superficie 102 para su transferencia a un tanque de almacenamiento, una tubería, un vehículo de transporte, cualquier otro sistema de almacenamiento, distribución o transporte y cualquier combinación de estos.

[0027] La Figura 2 es un ensamblaje ESP ilustrativo 150, de acuerdo con uno o más aspectos de la presente divulgación. Un primer eje de transmisión del motor eléctrico 116 puede acoplarse mecánicamente al segundo eje de transmisión en el sellador 114. El segundo eje de transmisión puede acoplarse mecánicamente al tercer eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El tercer eje de transmisión puede acoplarse mecánicamente a un cuarto eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga 108. Los ejes de transmisión pueden tener dientes o ranuras externos (por ejemplo, lengüetas) y pueden estar acoplados mecánicamente a un eje de transmisión próximos mediante un acoplamiento estriado o eje de acoplamiento que incluyen dientes interiores de acoplamiento que se acoplan con los dientes o ranuras de los ejes de transmisión.

[0028] El primer eje de transmisión puede transmitir o comunicar la rotación del motor eléctrico 116 al segundo eje de transmisión del sellador 114, del segundo eje de transmisión al tercer eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, y del tercer eje de transmisión al cuarto eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga 108. El tercer eje de transmisión puede proporcionar energía y potencia rotacional a uno o más motores de fluido, impulsores, rueda de paletas, rotores centrífugos o barrenas del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El cuarto eje de transmisión puede proporcionar energía y potencia rotacional a uno o más impulsores del ensamblaje de bomba centrífuga 108. El motor eléctrico 116 puede estar acoplado mecánicamente a una unidad de sellador 114 mediante un primer acoplamiento 206. La unidad de sellador 114 puede estar acoplada mecánicamente al ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 mediante un segundo acoplamiento 207. El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede estar acoplado mecánicamente al ensamblaje de bomba centrífuga 108 mediante un tercer acoplamiento 209.

[0029] En una forma de realización, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 comprende una base 203, una carcasa cilíndrica 212, una cupla 250 y un

cabezal 255. La base 203 tiene uno o más puertos de entrada 202 que pueden disponerse o colocarse en un extremo distal de la carcasa 212. La cupla 250 tiene uno o más puertos de descarga 204. En una o más formas de realización, el uno o más puertos de entrada 202 y uno o más puertos de descarga 204 pueden disponerse o colocarse circunferencialmente alrededor del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 en un fondo de pozo o un extremo distal y en una parte intermedia, respectivamente, del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El uno o más puertos de entrada 202 permiten que el fluido 126 entre al ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El uno o más puertos de descarga 204 permiten que una fase gaseosa o un componente gaseoso del fluido 126 se descargue en un anillo 210 formado entre el ensamblaje ESP 150 y el revestimiento 106 o pozo 104.

[0030] En una forma de realización, la carcasa 212 puede comprender una carcasa inferior 212A y una carcasa superior 212B que están separadas mediante la cupla 250. Las carcasas 212A y 212B son carcasas cilíndricas. Las carcasas 212A y 212B pueden estar hechas de metal. La carcasa inferior 212A en el extremo corriente arriba puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente abajo de la base 203. La carcasa inferior 212A en el extremo corriente abajo puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente arriba de la cupla 250, y la carcasa superior 212B en el extremo corriente arriba puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente abajo de la cupla 250. Se puede afirmar que la base 203 está acoplada mecánicamente a un extremo corriente abajo del extremo corriente arriba de la carcasa inferior 212A. Se puede afirmar que la carcasa inferior 212A está acoplada mecánicamente a un extremo corriente abajo del extremo corriente arriba de la cupla 250. Se puede afirmar que la cupla 250 está acoplada mecánicamente a un extremo corriente abajo del extremo corriente arriba de la carcasa superior 212B.

[0031] La Figura 3 es una vista en sección transversal parcial 300 de un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 del ensamblaje ESP 150, de acuerdo con uno o más aspectos de la presente divulgación. El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede acoplarse a uno o más de otros componentes, por ejemplo, a un eje de transmisión 376 del ensamblaje de bomba centrífuga 108 a través del eje de transmisión 304 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. El eje de transmisión 376 puede acoplarse mecánicamente al eje de transmisión 304 mediante una camisa de acoplamiento 378 o un eje de acoplamiento. Por ejemplo, cada uno del eje de transmisión 376 y eje de transmisión 304 puede tener dientes o ranuras externas (por ejemplo, lengüetas), y la camisa de acoplamiento 378 puede tener dientes internos

que coinciden con los dientes o ranuras externas de ambos ejes de transmisión 376, 304. La potencia rotacional se transfiere a partir del eje de transmisión 304 hacia la camisa de acoplamiento 378, y la camisa de acoplamiento 378 transfiere la potencia rotacional al eje de transmisión 376. En una forma de realización, el eje de transmisión 304 es un eje de transmisión de pieza única sólida (por ejemplo, el eje de transmisión 304 se mecaniza a partir de una única pieza de metal tal como acero).

[0032] El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede disponerse o colocarse dentro, acoplarse a o asociarse de otro modo con una carcasa cilíndrica 312 de una herramienta o sistema de fondo de pozo. En una o más formas de realización, la carcasa 312 puede ser sustancialmente similar a la carcasa 212. En una forma de realización, la carcasa 312 puede comprender una primera carcasa 312A (por ejemplo, una carcasa inferior o una carcasa corriente arriba) y una segunda carcasa 312B (por ejemplo, una carcasa superior o carcasa corriente abajo). La base 203 en el extremo corriente abajo puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente arriba de la primera carcasa 312A mediante el acoplamiento roscado 301. En algunos contextos, se puede afirmar que la base 203 está acoplada mecánicamente a la primera carcasa 312A. La primera carcasa 312A en el extremo corriente abajo puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente arriba de una cupla 350 mediante un acoplamiento roscado 313, y una segunda carcasa 312B en un extremo corriente arriba puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente abajo de la cupla 350 mediante acoplamiento roscado 317. La segunda carcasa 312B en el extremo corriente abajo puede estar acoplada mediante rosca a un extremo corriente arriba del cabezal 255 mediante el acoplamiento roscado 347. En una forma de realización, los acoplamientos roscados 301, 313, 317, 347 proporcionan juntas de sellado que evitan sustancialmente el flujo de fluido a través de estas juntas.

[0033] El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede comprender un motor de fluido 310, una barrena estacionaria 302 y una o más descargas de fase gaseosa 314 y una o más descargas de fase líquida 316. El motor de fluido 310 puede ser cualquier tipo de motor de fluido, por ejemplo, una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión 304, un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión, o un sistema de impulsor y difusor (por ejemplo, en donde el impulsor del sistema está acoplado mecánicamente al eje de transmisión 304). El uno o más puertos de entrada 202 permiten la entrada de fluido 126 desde el espacio anular 210 al motor de fluido 310 que comunica o hace fluir el fluido 126 a la barrena estacionaria 302.

[0034] En una o más formas de realización, el eje de transmisión 304 puede pasar por

el eje 318 o puede ser el mismo que el eje 318. El motor eléctrico 116 puede hacer funcionar el eje de transmisión 304. Por ejemplo, cuando se energiza el motor eléctrico 116, por ejemplo, mediante una orden del controlador 120 comunicada al motor eléctrico 116 a través del cable eléctrico 110, el eje de transmisión 304 puede girar. El eje de transmisión 304 se extiende a través del motor de fluido 310, a través de la barrena estacionaria 302, a través de una o más etapas de bomba centrífuga 405 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 para acoplarse al eje de transmisión 376 para hacer funcionar las etapas de bomba centrífuga del ensamblaje de bomba centrífuga 108 acoplado al ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. En una o más formas de realización, el motor de fluido 310 está acoplado mecánicamente al eje de transmisión 304 y, por lo tanto, es accionado mediante el motor eléctrico 116. Un impulsor 406 de cada una de una o más etapas de bomba centrífuga 405 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 está acoplado mecánicamente al eje de transmisión 304 y, por lo tanto, es accionado mediante el motor eléctrico 116.

[0035] En una o más formas de realización, la barrena estacionaria 302 está dispuesta o colocada dentro de una camisa 330. El motor de fluido 310 puede acoplarse a la camisa 330 en un fondo de pozo o extremo distal de la camisa 330. En una o más formas de realización, la barrena estacionaria 302, la camisa 330 o ambas están acopladas fluídicamente al uno o más puertos de entrada 202 (por ejemplo, acopladas fluídicamente a los puertos de entrada 202 a través del motor de fluido 310). Por ejemplo, la camisa 330, la barrena estacionaria 302 o ambas pueden estar acopladas al motor de fluido 310 a través de un soporte u otro dispositivo que incluye, entre otros, el eje de transmisión 304. El motor de fluido 310 comunica o fuerza el fluido 126 recibido en el uno o más puertos de entrada 202 a través de la camisa 330, a través de la barrena estacionaria 302 o a través de ambas. En una forma de realización, un borde exterior de la barrena estacionaria 302 se acopla herméticamente con la camisa 330 y, por lo tanto, el flujo del fluido 126 a través de la camisa 330 queda confinado al pasaje definido por la barrena estacionaria 302. La camisa 330 puede estar dispuesta o posicionada dentro de la carcasa externa 312. La camisa 330 puede estar asegurada dentro de la carcasa externa 312. En una forma de realización, la barrena estacionaria 302 y la camisa 330 pueden estar hechas o elaboradas como un componente único.

[0036] En una o más formas de realización, la barrena estacionaria 302 comprende una o más hélices o aspas 324. En una o más formas de realización, las hélices o aspas 324 pueden tener forma de media luna. En una o más formas de realización, la barrena

estacionaria 302 comprende una o más hélices o aspas 324 dispuestas alrededor de un núcleo sólido o un núcleo abierto (por ejemplo, una barrena sin núcleo o un vuelo de barrena). La barrena estacionaria 302 puede hacer que el fluido 126 se separe en una fase líquida 308 y una fase gaseosa 306 en función, al menos en parte, del flujo rotacional del fluido 126. Por ejemplo, la una o más hélices o aspas 324 pueden impartir rotación al fluido 126 a medida que el fluido 126 fluye por, a través o alrededor de la una o más hélices o aspas 324. Por ejemplo, el motor de fluido 310 fuerza el fluido 126 a una velocidad o velocidad de flujo hacia la camisa 330 y hacia arriba o a través de la una o más hélices o aspas 324 de la barrena estacionaria 302.

[0037] La rotación del fluido 126 inducida por la barrena estacionaria 302 puede ser en función, al menos en parte, de la velocidad o velocidad de flujo del fluido 126 del motor de fluido 310. Por ejemplo, el motor de fluido 310 puede aumentar la velocidad de flujo o la velocidad de fluido 126 para aumentar la rotación de fluido 126 a través de la barrena estacionaria 302 para crear una separación más eficiente y efectiva del fluido 126 en una pluralidad de fases, por ejemplo, una fase líquida 308 y una fase gaseosa 306. A medida que el fluido 126 fluye a través de la barrena estacionaria 302, entra a una cámara de separación 303 y se mueve con un movimiento de rotación. Las fuerzas centrífugas, la fricción estática o ambas hacen que el componente más pesado del fluido 126, una fase líquida 308, circule a lo largo de un perímetro exterior de la cámara de separación mientras que el componente más ligero del fluido 126, la fase gaseosa 306, circula a lo largo de un perímetro interior de la cámara de separación. En una o más formas de realización, el fluido 126 puede comenzar a separarse en una fase gaseosa 306 y una fase líquida 308 mientras fluye a través de la barrena estacionaria 302. En una o más formas de realización, la fase líquida 308 puede comprender gas residual que no se separó en la fase gaseosa 306. Sin embargo, las formas de realización analizadas en la presente reducen este gas residual para proteger la bomba 108 de la acumulación de gas o del bloqueo de gas. Se puede afirmar que la cámara de separación 303 comprende un anillo formado entre el interior de la carcasa 312 y el exterior del eje de transmisión 304.

[0038] En una o más formas de realización, el fluido separado (por ejemplo, la fase líquida 308 y la fase gaseosa 306) se dirige a una cruceta 350. Por ejemplo, la cupla 350 puede estar dispuesta o posicionada arriba del pozo o en un extremo proximal de la cámara de separación 303 o de la primera carcasa 312A. En algunos contextos, la cupla 350 se puede denominar como un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido. Se puede afirmar que la cupla 350 tiene una entrada que está

acoplada fluídicamente a una salida del motor de fluido 310 (por ejemplo, acoplada fluídicamente a través de la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido, tal como una rueda de paletas) y a través de la cámara de separación 303), para tener abierto un puerto de descarga de fase gaseosa hacia el anillo 210 definido entre el interior del pozo 104 y un diámetro exterior del ensamblaje ESP 150, y para tener abierto un puerto de descarga de fase líquida acoplado fluídicamente a (por ejemplo, a través de las etapas de bomba centrífuga 405 intermedias del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112) una entrada del ensamblaje de bomba centrífuga 108. Por ejemplo, la cupla 350 puede acoplar fluídicamente la cámara de separación 303 o dirigir de otro modo uno o más componentes o fases del fluido 126 al ensamblaje de bomba centrífuga 108 (por ejemplo, fluido de fase líquida) y al anillo 210 (por ejemplo, fluido en fase gaseosa). La cupla 350 puede comprender una pluralidad de canales o definir una pluralidad de canales, por ejemplo, un puerto de descarga de fase gaseosa 314 (una primera vía) y un puerto de descarga de fase líquida 316 (una segunda vía). Una fase gaseosa 306 del fluido 126 puede descargarse a través del puerto de descarga de fase gaseosa 314 y una fase líquida 308 del fluido 126 puede descargarse a través del puerto de descarga de fase líquida 316. En una o más formas de realización, el puerto de descarga de fase gaseosa 314 puede corresponder a uno o más puertos de descarga 204 de la Figura 2. En una o más formas de realización, uno o más de los puertos de descarga de fase gaseosa 314 y el uno o más puertos de descarga de fase líquida 316 pueden estar definidos por un canal o vía que tiene una abertura, por ejemplo, una abertura en forma de lágrima, una abertura circular, una abertura elíptica, una abertura triangular, una abertura cuadrada o una abertura con otra forma.

[0039] Se entiende que, bajo algunas condiciones de funcionamiento, el fluido descargado mediante el puerto de descarga de fase gaseosa 314 puede ser en parte fluido en fase gaseosa y en parte fluido en fase líquida. Bajo algunas condiciones de funcionamiento, el fluido descargado mediante el puerto de descarga de fase gaseosa 314 puede ser mayormente o completamente fluido en fase líquida, por ejemplo, cuando el ensamblaje ESP 150 recibe fluido 126 que tiene poco contenido gaseoso o ningún contenido de fase gaseosa. En una forma de realización, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 está diseñado para recibir mucho más fluido 126 en las entradas 202 que el suministrado a través de los puertos de descarga de fase de fluido 316 a la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga 108. Dicho en otras palabras, el fluido 126 puede fluir en el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 que el fluido 126 que sale del puerto de descarga de fase líquida 316

hacia la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga 108. Se entiende que, bajo algunas condiciones de funcionamiento, el fluido descargado mediante el puerto de descarga de fase de fluido 316 puede ser en parte fluido en fase gaseosa y en parte fluido en fase líquida.

[0040] El cabezal 255 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede estar acoplado mecánicamente al ensamblaje de bomba centrífuga 108 mediante una brida de acoplamiento 109 del ensamblaje de bomba centrífuga 108. La brida de acoplamiento 109 puede comprender una pluralidad de orificios de pernos 372 que permiten que los pernos pasen para acoplar las roscas en los orificios de pernos 372 en el cabezal 255 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. La brida de acoplamiento 109 puede comprender un cuello estrecho 370 para proporcionar acceso a las herramientas para ajustar los pernos en los orificios de pernos 372. El cuello estrecho 370 y el acoplador 378 crean un pasaje de flujo estrecho 374 entre el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 y el ensamblaje de bomba centrífuga 108. El pasaje de flujo estrecho 374 es un anillo formado entre el exterior del acoplador 378 y el interior del cabezal 255 y/o el interior de la brida 109. Este tipo de pasaje de flujo estrecho 374 presenta una limitación de flujo en separadores de gas convencionales que puede limitar indeseablemente el flujo de fluido a velocidades de flujo de producción altas.

[0041] La presente divulgación enseña que proporcionar una o más etapas de bomba centrífuga 405 en el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 corriente abajo de la cupla 350 y corriente arriba de la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga 108 para superar la limitación indeseable de velocidades de flujo de fluido asociada con el pasaje de flujo estrecho 374 en separadores de gas convencionales. En una forma de realización, las etapas de bomba centrífuga 405 comprenden un impulsor 406 y un correspondiente difusor 408. El difusor 408 puede estar acoplado mecánicamente al interior del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, por ejemplo, el interior de una segunda carcasa 312B. Como se ilustra en la Figura 3, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 comprende una primera etapa de bomba centrífuga 405A que tiene un primer impulsor 406A y un primer difusor 408A, una segunda etapa de bomba centrífuga 405B que tiene un segundo impulsor 406B y un segundo difusor 408B y una tercera etapa de bomba centrífuga 405C que tiene un tercer impulsor 406C y un tercer difusor 408C. Una entrada de las etapas de bomba centrífuga 405 comprende un anillo formado entre el exterior del eje de transmisión 304 y un interior de la carcasa (por ejemplo, un interior de la segunda carcasa 312B).

Alternativamente, una entrada de las etapas de bomba centrífuga 405 puede formarse mediante una entrada del primer impulsor 406A.

[0042] Los impulsores 406A, 406B, y 406C (colectivamente denominados impulsores 406) están acoplados mecánicamente al eje de transmisión 304 y reciben potencia rotacional desde el motor eléctrico 116 a través del eje de transmisión 304. Por ejemplo, los impulsores 406 pueden ser chaveteros que se acoplen a un chavetero en el eje de transmisión 304, y los impulsores 406 pueden acoplarse mecánicamente al eje de transmisión 304 mediante chavetas insertadas en los chaveteros alineados de los impulsores 406 y el eje de transmisión 304. Cuando el ensamblaje de ESP 150 está funcionando, los impulsores 406 giran mientras los difusores 408 permanecen estacionarios. Las etapas de bomba centrífuga 405 de la bomba y separador de gas integrados 112 proporcionan energía cinética y presión al fluido en fase líquida 308 que ayuda a forzar el fluido en fase líquida 308 a través del pasaje de flujo estrecho 374, y de este modo supera las restricciones de velocidad de flujo. Si bien la Figura 3 ilustra el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 que tiene tres etapas de bomba centrífuga ubicadas corriente abajo de la cupla 350 (por ejemplo, ubicadas corriente abajo un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido), en otra forma de realización, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede comprender una sola etapa de bomba centrífuga, dos etapas de bomba centrífuga (ver la Figura 4 y la Figura 5), cuatro etapas de bomba centrífuga, cinco etapas de bomba centrífuga, seis etapas de bomba centrífuga, o más etapas de bomba centrífuga ubicadas corriente abajo de la cupla 350.

[0043] Se puede decir que el motor de fluido 310 tiene una entrada que está acoplada fluídicamente a una salida de la base 203, por ejemplo, un interior corriente arriba que está abierto y acoplado fluídicamente a la base 203 y los puertos de entrada 202 (por ejemplo, un anillo formado entre el eje de transmisión 304 y un interior de la primera carcasa 312 en el extremo corriente arriba de la primera carcasa 312). Se puede decir que el motor de fluido 310 tiene una salida que está acoplada fluídicamente a la barrena estacionaria 302, por ejemplo, un interior corriente abajo que está abierto y acoplado fluídicamente a un extremo corriente arriba o abertura de la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido, tal como una rueda de paletas), con la cámara de separación 303, y/o con la camisa 322 (por ejemplo, un anillo formado entre el eje de transmisión 304 y el interior de la primera carcasa 312). Se puede decir que la barrena estacionaria 302, la cámara de separación 303, y/o la camisa 322 tienen una entrada que está acoplada fluídicamente a la salida del motor de fluido 310, por ejemplo, las aberturas de la paleta

324 o un anillo formado entre el eje de transmisión 304 y el interior de la primera carcasa 312 corriente arriba de la paleta 324. Se puede decir que la barrena estacionaria 302, la cámara de separación 303, y/o la camisa 322 tienen una salida que está acoplada flúidicamente a una entrada de la cupla 350, por ejemplo, un interior corriente abajo de la barrena estacionaria 302, de la cámara de separación 303, y/o de la camisa 322 (por ejemplo, un anillo formado entre el eje de transmisión 304 y un extremo corriente abajo de la primera carcasa 312).

[0044] Se puede decir que la cupla 350 tiene una entrada que está acoplada flúidicamente a la salida de la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido tal como una rueda de paletas). La entrada de la cupla 350 puede proporcionarse como la combinación del extremo corriente arriba de la descarga de fase gaseosa 314 y el extremo corriente arriba de la descarga de fase líquida 316. La entrada de la cupla 350 puede proporcionarse mediante un anillo ubicado corriente arriba de la descarga de fase gaseosa 314 y la descarga de fase líquida 316 y puede formarse entre el eje de transmisión 304 y una superficie interior de una pared de la cupla 350 en un extremo corriente arriba de la cupla 350. La entrada de la cupla 350 puede proporcionarse como un colector corriente arriba de la descarga de fase gaseosa 314 y la descarga de fase líquida 316. Se puede decir que la cupla 350 tiene una salida proporcionada por la descarga de fase líquida 316. Alternativamente, se puede decir que la cupla 350 tiene una salida proporcionada tanto por la descarga de fase líquida 316 como por la descarga de fase gaseosa 314. Se puede decir que la cupla 350 tiene una salida proporcionada por un anillo formado entre el eje de transmisión 304 y una superficie interior de una pared de la cupla 350 en un extremo corriente abajo de la cupla 350 que está acoplado flúidicamente a las etapas de bomba centrífuga 405, por ejemplo, en el cabezal 255.

[0045] Se puede decir que las etapas de bomba centrífuga 405 tienen una entrada que está acoplada flúidicamente a la descarga de fase líquida 316 de la cupla 350, por ejemplo, una entrada del primer impulsor 406A o un anillo definido entre el eje de transmisión 304 y la segunda carcasa 312B corriente arriba del primer impulsor 406A. Se puede decir que las etapas de bomba centrífuga 405 tienen una salida que está acoplada flúidicamente al pasaje de flujo 374, por ejemplo, un anillo definido entre el eje de transmisión 304 y la segunda carcasa 312B corriente abajo del tercer difusor 408C. Las entradas pueden denominarse entradas de fluido en algunos contextos. Las salidas pueden denominarse salidas de fluido en algunos contextos. Aquí, los términos entradas y salidas se utilizan para promover la concisión.

[0046] La Figura 4 es una vista en sección transversal parcial 400 de un motor de fluido 310 ilustrativo de un ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 del ensamble de ESP 150, de acuerdo con uno o más aspectos de la presente divulgación. El ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 de la Figura 4 es sustancialmente similar al ensamble 112 de la Figura 3 con referencia a las estructuras corriente abajo del motor de fluido 310, por ejemplo, con referencia a la barrena estacionaria 302, la cupla 350, y las etapas de bomba 405. En la Figura 4, la cantidad de etapas de bomba centrífuga 405 se ilustra como dos (en comparación con tres etapas en la Figura 3) para sugerir que la cantidad de etapas de la bomba puede ser menor de tres etapas. Se observa que la cantidad de etapas de bomba 405 en una forma de realización puede ser más de tres etapas.

[0047] En una o más formas de realización, el motor de fluido 310 puede comprender una porción inferior 410, uno o más impulsores 416A y 416B (denominados colectivamente impulsores 416) y uno o más difusores 418A y 418B (denominados colectivamente difusores 418). Por ejemplo, la porción inferior 410 puede comprender una cuarta etapa de bomba centrífuga 415A que comprenda un cuarto impulsor 416A y un cuarto difusor 418A y una quinta etapa de bomba centrífuga 415B que comprenda un quinto impulsor 416B y un quinto difusor 418B. Los difusores 418 pueden acoplarse mecánicamente a la carcasa 312 del ensamble de bomba y separador de gas integrados 112, por ejemplo, a la primera carcasa 312A. En una o más formas de realización, el motor de fluido 310 comprende un impulsor 416 sin un difusor 418. La porción inferior 410 del motor de fluido 310 puede comprender uno o más puertos de entrada 202 para recibir el fluido 126.

[0048] El uno o más impulsores 416 están acoplados mecánicamente al eje de transmisión 304 y reciben potencia rotacional desde el motor eléctrico 116 a través del eje de transmisión 304. Por ejemplo, los impulsores pueden chaveteros que se acoplen a un correspondiente chavetero en el eje de transmisión 304 y las chavetas se pueden insertar en los chaveteros alineados para acoplar mecánicamente los impulsores al eje de transmisión 304. Cuando el ensamble de ESP 150 está funcionando (por ejemplo, el motor eléctrico 166 está girando y el eje de transmisión 304 está girando), los impulsores 416 giran mientras que el uno o más difusores 418 permanecen estacionarios. El uno o más impulsores 416 y el uno o más difusores 418 emulsionan o mezclan los componentes del líquido 126. El uno o más impulsores 416 y el uno o más difusores 418 hacen que el líquido 126 salga del motor de fluido 310 a una velocidad o velocidad de flujo. En una o más formas de realización, el eje de transmisión 304 hace

que el uno o más impulsores 416 giren o roten para forzar el fluido 126 a través de la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido tal como una rueda de paletas) hacia la cámara de separación 303 donde el fluido 126 se separa en una fase gaseosa 426 y una fase líquida 428 de manera similar al análisis de la Figura 3 de la fase gaseosa 306 y la fase líquida 308. En una o más formas de realización, la rotación del uno o más impulsores 416 hace fluir el fluido 126 a una velocidad o velocidad de flujo para inducir la separación del fluido 126 en una fase gaseosa 306 y una fase líquida 308 a medida que el fluido 126 fluye a través o alrededor de la barrena estacionaria 302.

[0049] Con referencia ahora a la Figura 5, se describe una implementación alternativa del motor de fluido 310. El ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 de la Figura 4 es sustancialmente similar al ensamblaje 112 de la Figura 4 con referencia a las estructuras corriente abajo del motor de fluido 310, por ejemplo, con referencia a la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido tal como una rueda de paletas), la cupla 350, y las etapas de bomba 405. En la Figura 5, en lugar de etapas de bomba centrífuga 415 como en la Figura 4, el motor de fluido 310 se implementa como una barrena 603 que comprende una o más paletas helicoidales 604. La barrena 603 está acoplada mecánicamente al eje de transmisión 304 y es girada por el motor eléctrico 116 cuando el ensamblaje de ESP 150 está funcionando (por ejemplo, el motor eléctrico gira el eje de transmisión del motor eléctrico 116, el eje de transmisión del motor eléctrico 116 gira el eje de transmisión de la unidad de sellado 114, el eje de transmisión de la unidad de sellado 114 gira el eje de transmisión 304 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, y el eje de transmisión 304 gira la barrena 603). La barrena 603 puede tener uno o más chaveteros que se acoplen a un chavetero en el eje de transmisión 304, y una chaveta insertada en los chaveteros cuando están alineados puede acoplar la barrena 603 al eje de transmisión 304. En una forma de realización la barrena 603 está ubicada dentro de una camisa 622 que está fijada dentro de la primera carcasa 312A (por ejemplo, una carcasa inferior). En una forma de realización, se puede proporcionar un cojinete de araña 602 para estabilizar el eje de transmisión 304. La barrena 603 recibe el fluido 126 en un extremo corriente arriba (un extremo de entrada) y hace fluir el fluido 126 por un extremo corriente abajo (un extremo de salida) hacia la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido tal como una rueda de paletas). La barrena 603 proporciona mayor velocidad y/o presión al fluido 126 antes de hacerlo fluir hacia la barrena estacionaria 302 (u otro motor de fluido tal como una rueda de paletas).

[0050] Con referencia ahora a la Figura 6A, se describe un método 650. En una forma de realización, el método 650 comprende un método de elevación de líquido en un pozo.

El líquido puede comprender hidrocarburos, por ejemplo, hidrocarburos en fase líquida o una mezcla de hidrocarburos en fase líquida y fase gaseosa. En el bloque 652, el método 650 comprende transportar un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados a una ubicación de pozo. El procesamiento del bloque 652 puede comprender transportar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 en un camión a una ubicación del pozo 104.

[0051] El procesamiento del bloque 652 puede comprender transportar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 en un barco, por ejemplo, en el caso de un pozo 104 ubicado en alta mar. El procesamiento del bloque 652 puede comprender transportar otros componentes del ensamblaje de ESP 150 de manera similar a la ubicación del pozo 104.

[0052] En el bloque 654, el método 650 comprende bajar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados parcialmente en un pozo en la ubicación de pozo, por ejemplo, mediante el uso de una estructura de mástil y/o estructura de equipo de perforación para suspender el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 sobre y/o dentro del pozo 104. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 654 puede estar precedido por el acoplamiento mecánico a un extremo corriente abajo de un eje de transmisión de una unidad de sellado a un extremo corriente arriba de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados. En el bloque 656, el método 650 comprende, después de bajar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados parcialmente en el pozo, acoplar un extremo corriente arriba de un ensamblaje de bomba centrífuga a un extremo corriente abajo del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 656 puede comprender colocar una salida del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados en alineación para acoplarse fluídicamente a una entrada del ensamblaje de bomba centrífuga. El procesamiento del bloque 656 puede comprender acoplar un extremo corriente abajo de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados a un extremo corriente arriba de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga. Por ejemplo, el eje de transmisión 304 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede acoplarse mecánicamente al eje de transmisión 376 del ensamblaje de bomba centrífuga 376 mediante una camisa de acoplamiento 378. El procesamiento del bloque 656 puede comprender atornillar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 y el ensamblaje de bomba centrífuga 108. El procesamiento del bloque 656 puede comprender además acoplar el ensamblaje de bomba centrífuga 108 en su extremo

corriente abajo a la tubería de producción 122.

[0053] En el bloque 658, el método 650 comprende introducir el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados y el ensamblaje de bomba centrífuga en el pozo. El procesamiento del bloque 650 puede comprender introducir todo el ensamblaje de ESP 150 conectado en su extremo corriente abajo a la tubería de producción 122 en el pozo 104. En el bloque 660, el método 650 comprende recibir un fluido de depósito en una entrada del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, en donde el fluido comprende fluido en fase gaseosa y fluido en fase líquida.

[0054] En el bloque 662, el método 650 comprende mover el fluido de depósito corriente abajo dentro del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados mediante un primer motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados. Por ejemplo, el motor de fluido 210 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 mueve corriente abajo el fluido 126. El primer motor de fluido puede impartir energía al fluido 126, por ejemplo, energía cinética y/o presión. El primer motor de fluido puede comprender las etapas de bomba centrífuga 415. El primer motor de fluido puede comprender una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión 304.

[0055] En una forma de realización, el procesamiento del bloque 662 puede comprender hacer fluir el fluido de depósito 126 a través de la barrena estacionaria 302 e inducir un movimiento de rotación al fluido de depósito 126 mediante la barrena estacionaria 302. La barrena estacionaria 302 puede denominarse en algunos contextos un motor de fluido, por ejemplo, dado que la barrena estacionaria 302 está moviendo el fluido 126 en un movimiento de rotación o movimiento de remolino. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 662 puede comprender mover el fluido 126 con una rueda de paletas acopladas mecánicamente al eje de transmisión, mediante lo cual la rueda de paletas induce un movimiento de rotación en el fluido de depósito. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 662 puede comprender hacer fluir el fluido de depósito 126 a través de la barrena estacionaria 302 a una rueda de paletas, y mover el fluido de depósito 126 mediante una rueda de paletas corriente abajo de la barrena estacionaria 302. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 662 puede comprender mover el fluido de depósito hacia una cámara de separación (por ejemplo, la cámara de separación 303) ubicada corriente abajo del primer motor de fluido, corriente abajo de la barrena estacionaria, y/o corriente abajo de la rueda de paletas. Dentro de la cámara de separación, el fluido de depósito giratorio puede separarse en un fluido en fase gaseosa (por ejemplo, la fase gaseosa 306) que se congrega cerca del eje de transmisión y en un fluido en fase líquida (por ejemplo, la fase líquida 308) que se

congrega cerca de una pared externa de la cámara de separación (por ejemplo, cerca de la pared interior de la primera carcasa 312A).

[0056] En el bloque 664, el método 650 comprende recibir el fluido de depósito mediante un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados desde el motor de fluido. Por ejemplo, la cupla 350 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 recibe el fluido 126. Por ejemplo, la fase gaseosa 306 ingresa a la descarga de fase gaseosa 314 de la cupla 350, y la fase líquida 308 ingresa a la descarga de fase líquida 316. En una forma de realización, el método 650 comprende, antes del procesamiento del bloque 664, recibir el fluido de depósito mediante un tercer motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados desde el primer motor de fluido, en donde el tercer motor de fluido está ubicado corriente abajo del primer motor de fluido; inducir un movimiento de rotación del fluido de depósito mediante el tercer motor de fluido; y mover el fluido de depósito corriente abajo dentro del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados mediante el tercer motor de fluido a una cámara de separación del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, en donde la cámara de separación está ubicada corriente abajo del tercer motor de fluido y corriente arriba del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, en donde el separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido recibe el fluido de depósito desde el primer motor de fluido a través del tercer motor de fluido y a través de la cámara de separación.

[0057] En el bloque 666, el método 650 comprende separar al menos parte del fluido en fase gaseosa del fluido de depósito mediante el separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados. Por ejemplo, el fluido 126 es dirigido parcialmente por la cupla 350 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 hacia los puertos de descarga de fase gaseosa 314, lo que, de este modo, separa al menos parte del fluido en fase gaseosa del fluido de depósito (por ejemplo, el fluido 126). En el bloque 668, el método 650 comprende ventilar la al menos parte del fluido en fase gaseosa mediante el separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido fuera del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados a través de un puerto de descarga de fase gaseosa del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido hacia un anillo definido entre un interior del pozo y un exterior del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados. Por ejemplo, la cupla 150 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 ventila o descarga al menos parte del fluido en fase

gaseosa a través de la descarga de fase gaseosa 114 al anillo 210 definido entre un interior del pozo 104 y un exterior del ensamblaje de ESP 150.

[0058] En el bloque 670, el método 650 comprende recibir al menos parte del fluido de depósito mediante un segundo motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados ubicado corriente abajo del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido a través de un puerto de descarga de fase líquida del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido. Por ejemplo, al menos parte del fluido de depósito (fluid 126) es recibido a través de los puertos de descarga de fase líquida 316 de la cupla 350 por la primera etapa de bomba centrífuga 405A del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. Se observa que el pasaje del fluido de depósito (el fluido 126) desde los puertos de descarga de fase líquida 316 a la entrada de la primera etapa de bomba centrífuga 405A no se ve obstaculizado por un estrechamiento de un pasaje de flujo. Dicho en otras palabras, debido a que no hay un acoplamiento atornillado entre la cupla 350 y la bomba (por ejemplo, las etapas de bomba centrífuga 405) del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, no hay un cuello estrecho como lo hay en el acoplamiento 109 entre el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 y el ensamblaje de bomba centrífuga 108, no hay estrechamiento de la trayectoria de flujo entre la cupla 350 y las etapas de bomba 405 y, por lo tanto, no se impide el flujo rápido del fluido 126. La trayectoria de flujo entre los puertos de descarga de fase líquida 116 de la cupla 350 y la entrada de las etapas de bomba 405 es el anillo definido entre el diámetro exterior del eje de transmisión 304 del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 y el diámetro interior de la carcasa 312B del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. Obsérvese que este anillo es sustancialmente más grande en el área de la sección transversal, y, por lo tanto, promueve una mayor facilidad de 126, que la trayectoria de flujo entre la salida de las etapas de bomba 405 y la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga 108 (por ejemplo, el anillo definido entre un diámetro exterior de la camisa de acoplamiento 374 y un diámetro interior del acoplamiento 109 en los orificios de pernos 372 del acoplamiento 109). Si bien en una forma de realización el segundo motor de fluido puede ser una bomba centrífuga, en otras formas de realización el segundo motor de fluido puede ser una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión, un rotor centrífugo acoplado mecánicamente al eje de transmisión, o una rueda de paletas acoplada mecánicamente al eje de transmisión.

[0059] En el bloque 672, el método 650 comprende mover la al menos parte del fluido de depósito mediante el segundo motor de fluido. El procesamiento del bloque 672

puede comprender aumentar la presión de la al menos parte del fluido de depósito en una salida del segundo motor de fluido (por ejemplo, en una salida de las etapas de bomba 405). El procesamiento del bloque 672 puede comprender aumentar la energía cinética de la al menos parte del fluido de depósito en la salida del segundo motor de fluido.

[0060] En el bloque 674, el método 650 comprende descargar la al menos parte del fluido de depósito desde la salida del segundo motor de fluido hasta la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga. En una forma de realización, el procesamiento del bloque 674 comprende forzar la al menos parte del fluido de depósito (por ejemplo, el fluido 126) a través del pasaje de flujo estrecho 374 definido por el anillo entre el diámetro exterior del acoplamiento 378 y el diámetro interior la brida de acoplamiento 109 en los orificios de pernos 372. En algunos contextos, el pasaje de flujo 374 puede denominarse un pasaje de flujo anular. En una forma de realización, “forzar” el fluido 126 a través del pasaje de flujo 374 puede comprender incrementar la energía potencial del fluido 126, por ejemplo, mediante el aumento de la presión del fluido 126 a medida que sale por la salida del segundo motor de fluido (por ejemplo, el segundo motor de fluido aumenta la presión del fluido 126). El “forzamiento” del fluido 126 a través del pasaje de flujo estrecho mediante las etapas de bomba 405 puede aumentar la velocidad de flujo del fluido 126 fuera del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 y hacia el ensamblaje de bomba centrífuga 108 con referencia a la velocidad de flujo que de otro modo ocurriría sin las etapas de bomba 405. Además, el “forzamiento” del fluido 126 puede aumentar la presión de entrada en la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga y, por lo tanto, aliviar su carga en la generación de carga para elevar el fluido 126 por la tubería de producción 122 hasta la superficie 102.

[0061] En el bloque 676, el método 650 comprende bombear la al menos parte del fluido de depósito mediante la bomba centrífuga. En el bloque 678, el método 650 comprende hacer fluir la al menos parte del fluido de depósito fuera de una descarga de la bomba centrífuga a través de una tubería de producción a una ubicación en la superficie. Por ejemplo, el ensamblaje de bomba centrífuga 108 hace fluir el fluido 126 a través de tubería de producción 122 hacia la superficie 102. En una forma de realización, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados comprende un eje de transmisión y el segundo motor de fluido comprende una rueda de paletas acoplada mecánicamente al eje de transmisión, un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión, una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión, o al menos una etapa de bomba centrífuga, en donde cada etapa de bomba centrífuga comprende un impulsor

acoplado mecánicamente al eje de transmisión y un difusor. En otra forma de realización, sin embargo, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados puede tener una configuración diferente.

[0062] Con referencia ahora a la Figura 7A y la Figura 7B, se describe un proceso de transporte de un conjunto de los componentes del ensamblaje de ESP al pozo 104 y su colocación antes de ensamblar estos componentes para formar el ensamblaje de ESP 150 en el pozo 104. En una forma de realización, el paquete de sensores 118, el motor eléctrico 116, el sello 114, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112, y el ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede transportarse mediante en camiones separados a una ubicación próxima a una estructura de mástil 190 (por ejemplo, equipo de perforación). Por ejemplo, el paquete de sensores 118 puede transportarse mediante un primer camión 702, el motor eléctrico 116 puede transportarse mediante un segundo camión 704, el sello 114 puede transportarse mediante un tercer camión 706, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede transportarse mediante un cuarto camión 708, y el ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede transportarse mediante un quinto camión 710. En otro ejemplo, algunos de los componentes separados pueden transportarse mediante el mismo camión. Puede ser conveniente que los camiones 702, 704, 706, 708, 710 se acerquen a la ubicación y/o estructura de mástil 190 en un orden en el que los componentes del ensamblaje de ESP 150 deban introducirse en el pozo 104.

[0063] Con referencia ahora a la Figura 7C, la Figura 7D, la Figura 7E, la Figura 7F, la Figura 7G, se ilustra una secuencia de ensamblaje del ensamblaje de ESP 150 en el pozo 104. En la Figura 7C el paquete de sensores 118 se introduce en el pozo 104 y cuelga de un piso de la estructura de mástil 190 (por ejemplo, un extremo hacia arriba del paquete de sensores 118 es retenido por cuñas). En esta etapa, el motor eléctrico 116 puede elevarse mediante la estructura de mástil 190 (por ejemplo, los bloques y los trabajos de tracción) y bajarse para acoplar un extremo de fondo de pozo del motor eléctrico 116 a un extremo hacia arriba del paquete de sensores 118. El paquete de sensores 118 y el motor eléctrico 116 pueden atornillarse entre sí.

[0064] En la Figura 7D, el paquete de sensores 118 acoplado y el motor eléctrico 116 se introducen en el pozo 104 y el motor eléctrico 116 cuelga del piso de la estructura de mástil 190 (por ejemplo, un extremo hacia arriba del motor eléctrico 116 es retenido por cuñas) hacia el pozo 104. En esta etapa, la unidad de sellado 114 puede elevarse mediante la estructura de mástil 190 y bajarse para acoplar un extremo de fondo de pozo de la unidad de sellado 114 al extremo hacia arriba del motor eléctrico 116. El

acoplamiento puede implicar acoplar un extremo hacia arriba de un eje de transmisión del motor eléctrico 116 a un extremo de fondo de pozo de un eje de transmisión de la unidad de sellado 114. Por ejemplo, el extremo hacia arriba del eje de transmisión del motor eléctrico 116 puede tener dientes externos, el extremo de fondo de pozo del eje de transmisión de la unidad de sellado 114 puede tener dientes externos, y los dos ejes de transmisión pueden acoplarse mecánicamente mediante una camisa de acoplamiento que tiene dientes internos que se acoplan a los dientes externos de los dos ejes de transmisión. El motor eléctrico 116 y la unidad de sellado 114 pueden atornillarse entre sí. La unidad de sellado 114 puede estar provista de aceite de sellado u otro fluido interno.

[0065] En la Figura 7E, el paquete de sensores 118 acoplado, el motor eléctrico 116, y la unidad de sellado 114 se introducen en el pozo 104 y la unidad de sellado 114 cuelga del piso de la estructura de mástil 190 (por ejemplo, un extremo hacia arriba de la unidad de sellado 114 es retenido por cuñas) hacia el pozo 104. En esta etapa, el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede elevarse mediante la estructura de mástil 190 y bajarse para acoplar un extremo de fondo de pozo del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 al extremo hacia arriba de la unidad de sellado 114. El acoplamiento puede implicar acoplar un extremo hacia arriba del eje de transmisión de la unidad de sellado 114 a un extremo de fondo de pozo de un eje de transmisión (por ejemplo, el eje de transmisión 304) del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. Por ejemplo, el extremo hacia arriba del eje de transmisión de la unidad de sellado 114 puede tener dientes externos, el extremo de fondo de pozo del eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 puede tener dientes externos, y los dos ejes de transmisión pueden acoplarse mecánicamente mediante una camisa de acoplamiento que tiene dientes internos que se acoplan a los dientes externos de los dos ejes de transmisión. La unidad de sellado 114 y el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 pueden atornillarse entre sí.

[0066] En la Figura 7F, el paquete de sensores 118 acoplado, el motor eléctrico 116, la unidad de sellado 114, y el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 se introducen en el pozo 104 y el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 cuelga del piso de la estructura de mástil 190 (por ejemplo, un extremo hacia arriba del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112 es retenido por cuñas) hacia el pozo 104. En esta etapa, el ensamblaje de bomba centrífuga 108 puede elevarse mediante la estructura de mástil 190 y bajarse para acoplar un extremo de fondo de

pozo del ensamble de bomba centrífuga 108 al extremo hacia arriba del ensamble de bomba y separador de gas integrados 112. El acoplamiento puede implicar alinear los puertos de descarga de líquido 316 a una entrada del ensamble de bomba centrífuga 108. El acoplamiento puede implicar acoplar un extremo hacia arriba del eje de transmisión (por ejemplo, el eje de transmisión 304) del ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 a un extremo de fondo de pozo de un eje de transmisión (por ejemplo, el eje de transmisión 376) del ensamble de bomba centrífuga 108. Por ejemplo, el extremo hacia arriba del eje de transmisión (por ejemplo, el eje de transmisión 304) del ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 puede tener dientes externos, el extremo de fondo de pozo del eje de transmisión (por ejemplo, el eje de transmisión 376) del ensamble de bomba centrífuga 108 puede tener dientes externos, y los dos ejes de transmisión pueden acoplarse mecánicamente mediante una camisa de acoplamiento (por ejemplo, la camisa de acoplamiento 378) que tiene dientes internos que se acoplan a los dientes externos de los dos ejes de transmisión. El ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 y el ensamble de bomba centrífuga 108 pueden atornillarse entre sí. Por ejemplo, la brida de acoplamiento 109 del ensamble de bomba centrífuga 108 puede acoplarse mecánicamente al ensamble de bomba y separador de gas integrados 112 al enroscar pernos en orificios de pernos 372. Esto puede completar el ensamble del ensamble de ESP 150.

[0067] En la Figura 7G, el paquete de sensores 118 acoplado, el motor eléctrico 116, la unidad de sellado 114, el ensamble de bomba y separador de gas integrados 112, y el ensamble de bomba centrífuga 108 (por ejemplo, el ensamble de ESP 150) se introducen en el pozo 104 y el ensamble de bomba centrífuga 108 cuelga del piso de la estructura de mástil 190 (por ejemplo, un extremo hacia arriba del ensamble de bomba centrífuga 108 es retenido por cuñas) hacia el pozo 104. En esta etapa, la tubería de producción 122 puede acoplarse mecánicamente al extremo hacia arriba del ensamble de bomba centrífuga 108, por ejemplo, a través del acoplamiento 128.

[0068] Con referencia ahora a la Figura 8, se describe un ensamble de bomba y separador de gas integrados 812. En algunos contextos, puede hacerse referencia a que el ensamble de bomba y separador de gas integrados 812 de la Figura 8 tiene separadores de gas en tándem o múltiples separadores. En el ensamble de bomba y separador de gas integrados 812 la combinación del motor de fluido 310, la barrena estacionaria 302, y la cupla 350 se repite para incluir dos separadores de gas, mientras que las etapas de bomba 405A, 405B, 405C permanecen como las analizadas anteriormente. Un primer separador de gas puede comprender un primer motor de fluido

310A, una primera barrena estacionaria 302A, y una primera cupla 350A. El primer motor de fluido 310A y la primera barrena estacionaria 302A están retenidos dentro de la carcasa 312A-1. La carcasa 312A-1 en un extremo de fondo de pozo se acopla de manera roscada a un extremo hacia arriba de la base 203 mediante el acoplamiento roscado 301. La carcasa 312A-1 en un extremo hacia arriba se acopla de manera roscada a un extremo de fondo de pozo de la primera cupla 350A mediante un acoplamiento roscado 313A. Un segundo separador de gas puede comprender un segundo motor de fluido 310B, una segunda barrena estacionaria 302B y una segunda cupla 350B. El segundo motor de fluido 310B y la segunda barrena estacionaria 302B están retenidos dentro de carcasa 312A-2. La carcasa 312A-2 en un extremo de fondo de pozo se acopla de manera roscada a un extremo hacia arriba de la primera cupla 350A mediante un acoplamiento roscado 317A. La carcasa 312A-2 en un extremo hacia arriba del pozo se acopla de manera roscada a un extremo de fondo de pozo de la segunda cupla 350B mediante un acoplamiento roscado 313B. La segunda cupla 350B en un extremo hacia arriba del pozo se acopla de manera roscada a la segunda carcasa 312B mediante un acoplamiento roscado 317B.

[0069] La primera barrena estacionaria 302A comprende una primera cámara de separación 303A, una primera camisa 322A y una primera una o más hélices o aspas 324A. La primera cupla 350A comprende un primer conjunto de puertos de descarga de fase gaseosa 314A y un primer conjunto de puertos de descarga de fase líquida 316A. La segunda barrena estacionaria 302B comprende una segunda cámara de separación 303B, una segunda camisa 322B y una segunda o más hélices o aspas 324 B. El primer conjunto de puertos de descarga de fase gaseosa 314A descarga fluido en fase gaseosa 306A en el anillo 210, y el primer conjunto de puertos de descarga de fase de fluido 316A descarga fluido en fase líquida 308A en una entrada del segundo motor de fluido 310B. La segunda cupla 350B comprende un segundo conjunto de puertos de descarga de fase gaseosa 314B y un segundo conjunto de puertos de descarga de fase líquida 316B. El segundo conjunto de puertos de descarga de fase gaseosa 314B descarga fluido en fase gaseosa 306B en el anillo 210, y el segundo conjunto de puertos de descarga de fase de fluido 316B descarga fluido en fase líquida 308B en una entrada de la primera etapa de bomba centrífuga 405A.

[0070] Esta configuración de separador de gas en tándem puede ser útil en un pozo 104 que tenga una mayor concentración de fluido en fase gaseosa. Por lo tanto, separar dos veces el fluido en fase gaseosa del fluido en fase líquida puede causar una concentración adecuada de fluido en fase líquida que se alimenta a la entrada del

ensamblaje de bomba centrífuga 108. Se observa que la velocidad de flujo del fluido de depósito 126 que fluye hacia los puertos de entrada 202 del primer motor de fluido 310A puede ser mayor que la velocidad de flujo del fluido de depósito 126 que fluye a través de los puertos de descarga de fase líquida 316A hacia la entrada del segundo motor de fluido 310B, y que la velocidad del fluido de depósito 126 hacia el segundo motor de fluido 310B puede ser mayor que la velocidad de flujo del fluido de depósito 126 que fluye a través de los puertos de descarga de fase líquida 316B hacia la entrada de la primera etapa de bomba centrífuga 405A. Esto se debe a que parte del flujo del fluido de depósito 126 se expulsa por los puertos de descarga de fase gaseosa 314A, 314B en cada transición, lo que, de este modo, reduce la velocidad de flujo del fluido de depósito 126 al siguiente componente del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados 112. También se observa que la relación de fluido en fase gaseosa con respecto a fluido en fase líquida en el fluido de depósito 126 a medida que avanza a través de los dos cuplas 350 se cambia para hacer que el fluido de depósito 126 que se mueve tenga una relación menor de fluido en fase gaseosa a fluido en fase líquida (más concentración de fluido en fase líquida).

DIVULGACIÓN ADICIONAL

[0071] A continuación, se incluyen las formas de realización específicas no limitativas de acuerdo con la presente divulgación:

[0072] Una primera forma de realización, que es un ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo, que comprende un eje de transmisión, un primer motor de fluido que tiene una entrada y una salida, una cámara de separación dispuesta concéntricamente alrededor del eje de transmisión y ubicada corriente abajo del primer motor de fluido, en donde una superficie interior de la cámara de separación y una superficie exterior del eje de transmisión definen un anillo que está acoplado fluídicamente a la salida de fluido del primer motor de fluido, un primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido corriente abajo de la cámara de separación y que tiene una entrada acoplada fluídicamente al anillo, que tiene un puerto de descarga de fase gaseosa abierto al exterior del ensamblaje, y que tiene un puerto de descarga de fase líquida, y un segundo motor de fluido acoplado mecánicamente al eje de transmisión, ubicado corriente abajo del primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, que tiene una entrada acoplada fluídicamente al puerto de descarga de fase de fluido del primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, y que tiene una salida de fluido.

[0073] Una segunda forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con la primera forma de realización, que comprende además una base que tiene al menos una entrada, una primera carcasa ubicada corriente abajo de la base y acoplada mecánicamente en un extremo corriente arriba a un extremo corriente abajo de la base, ubicado corriente arriba del primer separador de trayectoria de flujo de gas y de trayectoria de flujo de líquido y acoplada mecánicamente en un extremo corriente abajo a un extremo de corriente arriba del primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, en donde el primer motor de fluido está ubicado dentro de la primera carcasa, y en donde la superficie interior de la cámara de separación está proporcionada por una superficie interior de la primera carcasa; y una segunda carcasa está acoplada mecánicamente al primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido y ubicada corriente abajo del primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, en donde el segundo motor de fluido está ubicado dentro de la segunda carcasa.

[0074] Una tercera forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización primera y segunda, en donde el primer motor de fluido es una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión, un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión, o una bomba centrífuga que comprende al menos una etapa de bomba centrífuga que tiene un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión y un difusor.

[0075] Una cuarta forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización primera a tercera, que comprende además un tercer motor de fluido que tiene una entrada y una salida; y un segundo separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido ubicado corriente abajo del tercer motor de fluido, ubicado corriente arriba del primer motor de fluido, que tiene una entrada acoplada fluídicamente a la salida del tercer motor de fluido, que tiene un puerto de descarga de fase gaseosa abierto a un exterior del ensamblaje, y que tiene un puerto de descarga de fase líquida, en donde el puerto de descarga de fase líquida está acoplado fluídicamente a la entrada del primer motor de fluido.

[0076] Una quinta forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización primera a cuarta, en donde el segundo motor de fluido comprende una etapa de bomba centrífuga

que comprende un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión y un difusor, una barrena acoplada mecánicamente al eje de transmisión, un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión o una rueda de paletas acoplada mecánicamente al eje de transmisión.

[0077] Una sexta forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización primera a quinta, que comprende además un cuarto motor de fluido ubicado corriente abajo del primer motor de fluido y ubicado corriente arriba de la cámara de separación, en donde la salida del primer motor de fluido está acoplada fluídicamente a una entrada del cuarto motor de fluido y una salida del cuarto motor de fluido está acoplada fluídicamente al anillo de la cámara de separación.

[0078] Una séptima forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con la sexta forma de realización, en donde el cuarto motor de fluido es una rueda de paletas acoplada mecánicamente al eje de transmisión o una barrena estacionaria.

[0079] Una octava forma de realización, que es un método para extraer líquido en un pozo, que comprende transportar un ensamblaje de bomba y separador de gas integrados a una ubicación de pozo, bajar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados parcialmente en un pozo en la ubicación del pozo, después de bajar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, acoplar un extremo corriente arriba de un ensamblaje de bomba centrífuga a un extremo corriente abajo del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, hacer funcionar el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados y el ensamblaje de bomba centrífuga en el pozo, recibir un fluido de depósito en una entrada del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, en donde el fluido de depósito comprende un fluido en fase gaseosa y un fluido en fase líquida, mover el fluido de depósito corriente abajo dentro del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados mediante un primer motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, que recibe el fluido de depósito mediante un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados del primer motor de fluido, separar al menos parte del fluido en fase gaseosa del fluido de depósito mediante el separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, ventilar al menos una parte del fluido en fase gaseosa mediante el separador de trayectoria de flujo de gas y la trayectoria de flujo de líquido fuera del ensamblaje de bomba y separador de gas

integrados a través de un puerto de descarga de fase gaseosa del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido en un anillo definido entre un interior del pozo y un exterior del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, recibir al menos parte del fluido de depósito mediante un segundo motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados ubicado corriente abajo del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido a través de un puerto de descarga de fase líquida del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, mover la al menos una parte del fluido de depósito mediante el segundo motor de fluido, descargar la al menos una parte del fluido de depósito desde la salida del segundo motor de fluido hasta una entrada del ensamblaje de bomba centrífuga, bombear la al menos una parte del fluido de depósito mediante el ensamblaje de bomba centrífuga; y hacer fluir la al menos una parte del fluido de depósito fuera de una descarga del ensamblaje de bomba centrífuga a través de una tubería de producción a una ubicación en la superficie.

[0080] Una novena forma de realización, que es el método de acuerdo con la octava forma de realización, en donde el ensamblaje de bomba y separador de gas integrados comprenden un eje de transmisión y el segundo motor de fluido comprende una rueda de paletas acoplada mecánicamente al eje de transmisión, un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión, una barrena estacionaria acoplada mecánicamente al eje de transmisión, o al menos una etapa de bomba centrífuga, en donde cada etapa de bomba centrífuga comprende un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión y un difusor.

[0081] Una décima forma de realización, que es el método de acuerdo con cualquiera de las formas de realización octava y novena, en donde el acoplamiento de la bomba centrífuga al ensamblaje de bomba y separador de gas integrados comprende acoplar mecánicamente un extremo corriente abajo de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados a un extremo corriente arriba de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga.

[0082] Una undécima forma de realización, que es el método de acuerdo con la décima forma de realización, en donde la descarga de la al menos una parte del fluido de depósito desde la salida del segundo motor de fluido a la entrada del ensamblaje de bomba centrífuga comprende forzar la al menos una parte del fluido de depósito a través de un paso de flujo anular definido por un interior de un cabezal del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados y por un exterior de una camisa de acoplamiento que acopla mecánicamente el eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador

de gas integrados y el eje de transmisión del ensamblaje de bomba centrífuga.

[0083] Una duodécima forma de realización, que es el método de acuerdo con la undécima forma de realización, que además comprende acoplar mecánicamente un extremo corriente abajo de un eje de transmisión de una unidad de sellado a un extremo corriente arriba de un eje de transmisión del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados.

[0084] Una decimotercera forma de realización, que es el método de acuerdo con cualquiera de las formas de realización octava a duodécima, que comprende además, recibir el fluido de depósito mediante un tercer motor de fluido del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados desde el primer motor de fluido, en donde el tercer motor de fluido está ubicado corriente abajo del primer motor de fluido; inducir un movimiento de rotación del fluido de depósito mediante el tercer motor de fluido, mover el fluido de depósito corriente abajo dentro del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados mediante el tercer motor de fluido a una cámara de separación del ensamblaje de bomba y separador de gas integrados, en donde la cámara de separación está ubicada corriente abajo del tercer motor de fluido y corriente arriba del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, en donde el separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido recibe el fluido de depósito desde el primer motor de fluido a través del tercer motor de fluido y a través de la cámara de separación.

[0085] Una decimocuarta forma de realización, que es un ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo, que comprende un eje de transmisión, una primera carcasa; una base que tiene una pluralidad de puertos de entrada, un primer motor de fluido ubicado corriente abajo de la base, ubicado dentro de la primera carcasa, que tiene una entrada acoplada fluídicamente a la base, y que tiene una salida, una primera cámara de separación dispuesta concéntricamente alrededor del eje de transmisión, ubicado dentro de la primera carcasa, y ubicado corriente abajo del primer motor de fluido, en donde una superficie interior de la primera cámara de separación y una superficie exterior del eje de transmisión definen un primer anillo que está acoplado fluídicamente a la salida del primer motor de fluido, un separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido acoplado mecánicamente en un extremo corriente arriba a un extremo corriente abajo de la primera carcasa, ubicado corriente abajo del motor de fluido, que tiene una entrada acoplada por fluido al primer anillo, que tiene un puerto de descarga de fase gaseosa abierto al exterior del ensamblaje, y que tiene un puerto de descarga de fase líquida; y un segundo motor de fluido acoplado mecánicamente al eje de transmisión, ubicado corriente abajo del separador de

trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, y que tiene una entrada acoplada flúidicamente al puerto de descarga de fase de fluido del separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido.

[0086] Una decimoquinta forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con la decimocuarta forma de realización, en donde el segundo motor de fluido es una rueda de paletas, un impulsor o una bomba centrífuga, en donde la bomba centrífuga comprende al menos una etapa de bomba centrífuga, en donde cada etapa de bomba centrífuga comprende un impulsor acoplado mecánicamente al eje de transmisión y un difusor.

[0087] Una decimosexta forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización decimocuarta y decimoquinta, que comprende además una segunda carcasa que tiene un extremo corriente arriba acoplado mecánicamente a un extremo corriente abajo de la base, un tercer motor de fluido acoplado mecánicamente al eje de transmisión, ubicado corriente abajo de la base, ubicado dentro de la segunda carcasa, que tiene una salida y que tiene una entrada acoplada flúidicamente a la base, una segunda cámara de separación dispuesta concéntricamente alrededor del eje de transmisión, ubicada dentro de la segunda carcasa y ubicada corriente abajo del tercer motor de fluido, en donde una superficie interior de la segunda cámara de separación y una superficie exterior del eje de transmisión definen un segundo anillo que está acoplado flúidicamente a la salida del tercer motor de fluido; y un segundo separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido ubicado corriente abajo de la segunda cámara de separación, ubicado corriente arriba del primer motor de fluido, que tiene una entrada acoplada fluidamente al segundo anillo, que tiene un puerto de descarga de fase gaseosa abierto a un exterior del ensamblaje, y que tiene un puerto de descarga de fase líquida, en donde el puerto de descarga de fase líquida está acoplado flúidicamente a la entrada del primer motor de fluido y en donde un extremo de corriente abajo del separador de la trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido está acoplado mecánicamente a un extremo de corriente arriba de la primera carcasa.

[0088] Una decimoséptima forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización decimocuarta a decimosexta, que comprende además un cuarto motor de fluido ubicado corriente abajo del primer motor de fluido, ubicado dentro de la primera carcasa, que tiene una entrada acoplada flúidicamente a la salida del primer motor de fluido, y que tiene una salida acoplada flúidicamente al primer anillo, en donde el primer

motor de fluido está acoplado flúidicamente al primer anillo a través de un cuarto motor de fluido.

[0089] Una decimoctava forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con la decimoséptima forma de realización, en donde el cuarto motor de fluido es una barrena estacionaria o una rueda de paletas.

[0090] Una decimonovena forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con cualquiera de las formas de realización decimocuarta a decimoctava, en donde el eje de transmisión es un eje de transmisión sólido de una sola pieza.

[0091] Una vigésima forma de realización, que es el ensamblaje de bomba y separador de gas de fondo de pozo de acuerdo con la decimonovena forma de realización, que comprende además una tercera carcasa que está acoplada mecánicamente en un extremo corriente arriba a un extremo corriente abajo del primer separador de trayectoria de flujo de gas y trayectoria de flujo de líquido, en donde el segundo motor de fluido está ubicado dentro de la tercera carcasa, y en donde la entrada del segundo motor de fluido comprende un anillo formado entre el exterior del eje de transmisión y el interior de la tercera carcasa.

[0092] Aunque las formas de realización se han demostrado y descrito, la persona del oficio de nivel medio puede realizar modificaciones a estas sin desviarse del espíritu y las enseñanzas de esta divulgación. Las formas de realización descritas en la presente son solo de ejemplo y no se pretende que sean limitativas. Son posibles muchas variaciones y modificaciones de las formas de realización divulgadas en la presente y están dentro del alcance de esta divulgación. Cuando los rangos o limitaciones numéricos se indican expresamente, debe entenderse que dichos rangos o limitaciones expresados incluyen rangos o limitaciones iterativos de una magnitud semejante que se encuentran en los rangos o limitaciones indicados expresamente (por ejemplo, de alrededor de 1 a alrededor de 10 incluye 2, 3, 4, etc.; mayor de 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, siempre que se divulga un rango numérico con un límite inferior, R_l , y un límite superior, R_u , cualquier número que está dentro del rango se divulga específicamente. En particular, los siguientes números dentro del rango se divulgan específicamente: $R = R_l + k * (R_u - R_l)$, en donde k es una variable que varía de 1 por ciento a 100 por ciento con un incremento de 1 por ciento, es decir, k es 1 por ciento, 2 por ciento, 3 por ciento, 4 por ciento, 5 por ciento, ... 50 por ciento, 51 por ciento, 52 por ciento, ..., 95 por ciento, 96 por ciento, 97 por ciento, 98 por ciento, 99 por ciento o 100

por ciento. Además, cualquier rango numérico definido por dos números R, como se definió anteriormente, también se divulga específicamente. El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que el elemento en cuestión es necesario o, alternativamente, no es necesario. Se pretende que ambas alternativas estén dentro del alcance de la reivindicación. Debe entenderse que el uso de términos más amplios como comprende, incluye, que tiene, etc. brinda apoyo a expresiones más limitadas como que consiste en, que consiste esencialmente en, comprendido sustancialmente por, etc.

[0093] En consecuencia, el alcance de protección no está limitado por la descripción que se indica anteriormente, sino que solo está limitado por las reivindicaciones que siguen, cuyo alcance incluye todos los equivalentes del objeto de las reivindicaciones. Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan a la memoria descriptiva como una forma de realización de la presente divulgación. Por lo tanto, las reivindicaciones son una descripción adicional y son un agregado a las formas de realización de la presente divulgación. El análisis de una referencia en la presente no es una admisión de que es estado de la técnica, especialmente cualquier referencia que pueda tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud. Las divulgaciones de las patentes, solicitudes de patentes y publicaciones citadas en la presente se incorporan en la presente por referencia, en la medida en que proporcionen detalles de ejemplo, de procedimiento u otros detalles complementarios a aquellos establecidos en la presente.