

UNIDAD DE BOMBEO CON BALANCÍN DE ACCIONAMIENTO LINEAL

SOLICITUDES RELACIONADAS

5 La presente solicitud reivindica el beneficio
de la solicitud de patente provisional de los Estados
Unidos con núm. de serie 62/570.633 titulada “Lineal
Drive Beam Pumping Unit”, presentada el 10 de octubre de
2017, y la solicitud de patente no provisional de los
10 Estados Unidos con núm. de serie 16/155.403 titulada
“Lineal Drive Beam Pumping Unit”, presentada el 9 de
octubre de 2018, cuyas descripciones se incorporan en la
presente descripción como referencia.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

15 Esta invención se refiere generalmente a
equipos de yacimientos petrolíferos y, en particular, a
unidades de bombeo con balancín reciprocante montadas en
20 una superficie, y más particularmente, pero no en forma
de limitación, a una unidad de bombeo con balancín
accionada mediante una unidad de accionamiento lineal.

ANTECEDENTES

Frecuentemente los hidrocarburos se producen a partir de perforaciones de pozos mediante bombas de fondo de pozo reciprocantes que se accionan desde la superficie con unidades de bombeo. Una unidad de bombeo se conecta a su bomba de fondo de pozo por una sarta de varillas. Aunque varios tipos de unidades de bombeo para sartas de varillas son conocidos en la técnica, las bombas de tipo balancín oscilatorio disfrutaban de un uso predominante debido a su simplicidad y a sus bajos requisitos de mantenimiento.

Un elevador de bomba con balancín oscilatorio convencional funciona, en esencia, como un simple mecanismo cinemático de conexión de cuatro barras, en el que cada una de cuatro conexiones rígidas se conecta de manera giratoria a otras dos de las cuatro conexiones para formar un polígono cerrado. En un mecanismo de conexión de cuatro barras, típicamente una conexión está fija, lo que da como resultado que una posición conocida de tan solo un cuerpo determina todas las demás posiciones en el mecanismo. La conexión fija también se conoce como conexión de anclaje. Las dos conexiones conectadas a la conexión de anclaje se denominan conexiones ancladas, y la conexión restante que no está directamente conectada a la conexión de anclaje fija se denomina conexión de acoplamiento. Las conexiones de cuatro barras se conocen

bien en las disciplinas de ingeniería mecánica y se usan para crear una amplia variedad de movimientos con tan solo unas pocas piezas simples.

Las unidades de bombeo con balancín y sus
5 componentes de accionamiento corriente arriba están expuestos a una amplia gama de condiciones de carga. Estas varían según la aplicación del pozo, el tipo y las proporciones del mecanismo de conexión de la unidad de bombeo, y el ajuste del contrapeso. La función principal
10 de la unidad de bombeo es convertir el movimiento giratorio del motor de impulso (motor o motor eléctrico) en movimiento reciprocante por encima del cabezal de pozo. Este movimiento a su vez se utiliza para accionar una bomba de fondo de pozo reciprocante mediante la
15 conexión a través de una sarta de varillas de succión.

Con referencia a la Figura 1, en el diseño de un elevador de bomba (10) de una técnica anterior se representa una conexión de cuatro barras de la siguiente forma. Una conexión fija (conexión K) se extiende desde la
20 línea central del cigüeñal (12) hasta la línea central del cojinete central (15). La conexión K está definida por un marco anclado formado por cuerpos rígidos interconectados que incluyen el poste Sampson (13), la base (11), el pedestal de caja de engranajes (17) y la caja de
25 engranajes reductora (16). La primera conexión anclada (conexión R) está definida por los brazos del cigüeñal

(20) y la segunda conexión anclada (conexión C) está definida por la porción posterior del balancín oscilatorio (24) que se extiende desde la línea central del cojinete central (15) hasta la línea central del cojinete ecualizador (25). El cojinete ecualizador (25), las bielas (26) y el ecualizador (27) definen, conjuntamente, la conexión de acoplamiento (conexión P). Esta conexión de cuatro barras se dimensiona para convertir el movimiento giratorio de la conexión R en oscilación giratoria de la conexión C mediante la conexión de acoplamiento P y la conexión fija K. Es decir, los brazos del cigüeñal (20) hacen oscilar el balancín oscilatorio (24) alrededor del cojinete central (15) sobre el poste Sampson (13) mediante los brazos de biela (26) y el ecualizador (27).

La “conexión de 4 barras” que comprende el balancín de articulación, la biela, los cigüeñales y los cojinetes de conexión procesa la carga desde la varilla pulida hacia un componente del par de torsión de la caja de engranajes (par de torsión del pozo). El otro componente, que es el par de torsión de contrapeso, se ajusta en la unidad de bombeo para producir el par de torsión neto mínimo en la caja de engranajes. El par de torsión de contrapeso puede ajustarse en cuanto a la magnitud, pero típicamente no en cuanto a la fase (sincronización), con respecto al par de torsión de carga del pozo. En máquinas balanceadas por cigüeñal, el par de

torsión de contrapeso se mostrará sinusoidal ya que en efecto es una masa sobre la que actúa la gravedad mientras la misma gira alrededor de un eje horizontal fijo.

El contrapeso puede proporcionarse en una
5 cantidad de formas que varían desde contrapesos montados en balancines, contrapesos montados en cigüeñales (como se muestra en la Figura 1), hasta resortes de gas comprimido montados entre el balancín oscilatorio y la estructura base, para nombrar solo unos pocos. El objetivo primordial
10 de la incorporación de contrapeso es contrarrestar una porción de la carga de pozo aproximadamente igual al promedio de las cargas pico y mínima de varilla pulida que se encuentran en el ciclo de bombeo. Esta técnica típicamente minimiza el par de torsión y las fuerzas que
15 actúan sobre los componentes de la línea de transmisión corriente arriba para reducir sus requerimientos de capacidad de carga y maximizar la eficiencia energética.

Aunque generalmente son eficaces para contrarrestar una porción de la carga producida por los
20 componentes de fondo de pozo del sistema de bombeo reciprocante, la masa giratoria de los contrapesos montados en el cigüeñal es difícil de ajustar rápidamente bajo esquemas de control avanzados. La elasticidad de la sarta de varillas de succión puede presentar una
25 respuesta oscilante cuando se expone a cargas variables. El perfil de movimiento de la unidad de bombeo de

accionamiento combinado con la carga de función escalonada de la bomba generalmente deja poco tiempo para que las oscilaciones decaigan antes de encontrar la siguiente perturbación. El efecto volante producido por grandes componentes giratorios dentro de la unidad de bombeo resiste cambios rápidos de velocidad. Los intentos de alterar sustancialmente la velocidad dentro del ciclo de bombeo generalmente han consumido una mayor cantidad de energía de forma desproporcionada, lo que afecta negativamente el costo de operación.

Además de las restricciones impuestas a los perfiles de velocidad y rapidez de las unidades de bombeo con balancín accionadas mediante un sistema de masa giratoria, las unidades de bombeo con balancín de la técnica anterior también presentan un desafío cuando se ajusta la longitud de la carrera. El cambio de la longitud de la carrera en estos sistemas de bombeo de la técnica anterior es un proceso manual que incluye desacoplar la unidad de bombeo de la carga de pozo y hacer ajustes a la geometría de la unidad de bombeo. Estos ajustes no pueden realizarse en tiempo real durante el funcionamiento de la unidad de bombeo y a menudo requieren horas o días de inactividad.

Por lo tanto, existe una necesidad de una unidad de bombeo con balancín mejorada que se pueda controlar y ajustar con mayor eficiencia en tiempo real para dar cabida

a cambios en el entorno de fondo de pozo y tensiones que se propagan a través del sistema de unidad de bombeo con balancín. Es a estas y otras deficiencias en la técnica anterior a las que se dirigen las presentes modalidades.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En una modalidad ilustrativa, la presente invención incluye una unidad de bombeo con balancín configurada para elevar y hacer descender una varilla pulida. La unidad de bombeo con balancín tiene una base, un poste Sampson apoyado en la base y un balancín oscilatorio colocado de manera giratoria en el poste Sampson. La unidad de bombeo con balancín incluye una cabeza de balancín en el extremo delantero del balancín oscilatorio que se conecta a la varilla pulida. La unidad de bombeo con balancín incluye, además, una unidad de accionamiento lineal conectada entre la base y el balancín oscilatorio para controlar el movimiento oscilante del balancín oscilatorio. La unidad de accionamiento lineal incluye un sistema de accionamiento lineal y un sistema de contrapeso integrado.

En otra modalidad, la presente invención incluye una unidad de bombeo con balancín configurada para elevar y hacer descender una varilla pulida, donde la unidad de bombeo con balancín tiene una base, un poste Sampson apoyado en la base, un balancín oscilatorio colocado de

manera giratoria en el poste Sampson y una cabeza de
balancín en el extremo delantero del balancín oscilatorio.
La cabeza de balancín se conecta a la varilla pulida. La
unidad de bombeo con balancín incluye, además, una unidad
5 de accionamiento lineal conectada entre la base y el
balancín oscilatorio. La unidad de accionamiento lineal
tiene un sistema de accionamiento lineal que incluye un
émbolo y un cojinete de pivote superior conectado entre el
émbolo y el balancín oscilatorio.

10 En otra modalidad adicional, la presente
invención incluye una unidad de bombeo con balancín
configurada para elevar y hacer descender una varilla
pulida, donde la unidad de bombeo con balancín tiene una
base y un poste Sampson apoyado en la base. El poste
15 Sampson incluye una unidad de cojinete posterior. Un
balancín oscilatorio se coloca en el poste Sampson en la
unidad de cojinete posterior y el balancín oscilatorio
incluye una cabeza de balancín en el extremo delantero del
balancín oscilatorio. La cabeza de balancín se conecta a
20 la varilla pulida. La unidad de bombeo con balancín tiene
una unidad de accionamiento lineal apoyada en la base y
conectada a un punto en el balancín oscilatorio entre la
cabeza de balancín y la unidad de cojinete posterior. La
unidad de accionamiento lineal tiene un sistema de
25 accionamiento lineal, que a su vez incluye un motor, un
eje roscado que es girado de manera controlada por el

motor, un émbolo y una tuerca de rodillo planetario conectada al émbolo y al eje roscado. La tuerca de rodillo planetario se configura de manera que la rotación del eje roscado hace que la tuerca de rodillo planetario y el émbolo se desplacen axialmente. La unidad de accionamiento lineal incluye, además, un sistema de contrapeso neumático que aplica una presión neumática al émbolo para contrarrestar una porción del peso de la varilla pulida.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista lateral de una unidad de bombeo con balancín de la TÉCNICA ANTERIOR.

La Figura 2 es una vista lateral de una unidad de bombeo con balancín con una unidad de accionamiento lineal.

La Figura 3 es una vista lateral de una unidad de bombeo con balancín de la Figura 2 en la parte inferior de una carrera de bomba.

La Figura 4 es una vista lateral de una unidad de bombeo con balancín de la Figura 2 en la parte superior de una carrera de bomba.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de la unidad de accionamiento lineal de la unidad de bombeo con balancín de la Figura 2.

25

DESCRIPCIÓN ESCRITA

Las figuras descritas anteriormente y la descripción escrita de estructuras y funciones específicas que se proporciona a continuación no se presentan para 5 limitar el alcance de lo que los solicitantes han inventado ni el alcance de las reivindicaciones anexas. Más bien, las figuras y la descripción escrita se proporcionan para enseñar a cualquier persona con 10 experiencia en la técnica a hacer y usar las invenciones para las cuales se solicita protección de patente. Los expertos en la técnica apreciarán que no se describen o muestran todas las características de una modalidad comercial de las invenciones en aras de la claridad y la 15 comprensión. Los expertos en esta técnica apreciarán, además, que el desarrollo de una verdadera modalidad comercial que incorpore aspectos de las presentes invenciones requerirá numerosas decisiones específicas para la implementación a fin de alcanzar el objetivo final 20 del desarrollador para la modalidad comercial. Dichas decisiones específicas para la implementación pueden incluir, y presumiblemente no se limitan a, cumplimiento de obligaciones relacionadas con el sistema, relacionadas con los negocios, relacionadas con el gobierno y otras 25 obligaciones, que pueden variar según la implementación específica, según el lugar y cada cierto tiempo. Si bien

los esfuerzos de un desarrollador pueden ser complejos y requerir mucho tiempo en un sentido absoluto, dichos esfuerzos serían, sin embargo, una tarea de rutina para los expertos en la técnica que se benefician de esta descripción. Debe entenderse que las invenciones descritas y enseñadas en la presente descripción son susceptibles a numerosas y diversas modificaciones y formas alternativas. Por último, el uso de un término singular, tal como, pero no limitado a, “un”, no pretende limitar la cantidad de artículos. Además, el uso de términos relacionales, tales como, pero no limitado a, “parte superior”, “parte inferior”, “izquierda”, “derecha”, “superior”, “inferior”, “abajo”, “arriba”, “lateral” y similares se usan en la descripción escrita para mayor claridad en referencia específica a las figuras y no pretenden limitar el alcance de la invención ni las reivindicaciones anexas.

Las Figuras 2-4 muestran una unidad de bombeo con balancín 100 construida de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente invención. La unidad de bombeo con balancín 100 incluye una unidad de accionamiento lineal 102 y una base 104 que descansa sobre un cimiento 106. En algunas modalidades, la base 104 y el cimiento 106 se proporcionan como un solo componente integral. La base 104 sostiene un poste Sampson 108. La parte superior del poste Sampson 108 actúa como un punto de apoyo que sostiene de manera giratoria un balancín oscilatorio 110

mediante una unidad de cojinete posterior 112. En el extremo opuesto de la unidad de cojinete posterior 112, el balancín oscilatorio 110 incluye una cabeza de balancín 114. La cabeza de balancín 114 tiene una cara anterior arqueada 116, que está en contacto con una brida 118 de cable de acero flexible. En su extremo inferior, la brida 118 termina con una barra portadora 120, sobre la cual se suspende una varilla pulida 122. La varilla pulida 122 se extiende a través de un prensaestopa o caja de relleno 124 sobre un cabezal de pozo 126.

Como es de conocimiento general en la técnica, una sarta de varillas constituida por varillas de succión cuelga de la varilla pulida 122 dentro de una sarta de tubos ubicada dentro de una tubería de revestimiento de pozo. La sarta de varillas se conecta al émbolo de una bomba de subsuperficie. En un ciclo recíprocante de la unidad de bombeo con balancín 100, los fluidos de pozo que llenan la bomba de subsuperficie en la parte inferior de la carrera de bomba se elevan dentro de la sarta de tubos durante la carrera ascendente de la sarta de varillas. De esta manera, la unidad de bombeo con balancín 100 hace que la bomba de subsuperficie oscile entre la parte inferior de una carrera de bomba (como se representa en la Figura 3) y la parte superior de una carrera de bomba (como se representa en la Figura 4) para elevar los fluidos del pozo. A diferencia de las unidades de bombeo con balancín

de la técnica anterior, la unidad de bombeo con balancín 100 no se basa en un cigüeñal giratorio y una conexión de 4 barras para producir el movimiento oscilante del balancín oscilatorio 110. En lugar de ello, la unidad de accionamiento lineal 102 induce y controla el movimiento oscilante y giratorio del balancín oscilatorio 110.

Con referencia a la Figura 5, en ella se muestra una vista en sección transversal de la unidad de accionamiento lineal 102. La unidad de accionamiento lineal 102 incluye un sistema de accionamiento lineal 128 y un sistema de contrapeso 130. El sistema de accionamiento lineal 128 incluye un motor 132, un tornillo de eje 134, una tuerca de rodillo planetario 136 y un émbolo 138. El motor 132 está contenido dentro de un alojamiento de motor 140. En modalidades ilustrativas, el motor 132 es un motor eléctrico de imán permanente accionado mediante un accionamiento de velocidad variable 142 (no se muestra). En el accionamiento de velocidad variable 142 puede incorporarse un servocontrolador para ajustar las características de funcionamiento del motor 132. Si se usa conjuntamente con la tecnología de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA, por sus siglas en inglés), el sistema de accionamiento lineal 128 puede monitorizarse y controlarse de forma remota, lo que permite identificar y responder a posibles problemas de mantenimiento del equipo o cambiar los objetivos de producción desde un centro de

control remoto. El tornillo de eje 134 se encaja o de cualquier otra forma se fija a los elementos rotativos del motor 132 de tal manera que la aplicación de corriente eléctrica al motor 132 hace que el tornillo de eje 134 gire a una velocidad deseada. Aunque la incorporación de la unidad de accionamiento lineal 102 dentro de la unidad de bombeo con balancín 100 presenta una nueva aplicación de la unidad de accionamiento lineal 102, la unidad de accionamiento lineal 102 tiene una forma y una función similares a las de los contrapesos y accionadores lineales descritos en la patente de los Estados Unidos núm. 9.115.574, cuya descripción se incorpora en la presente descripción como referencia.

El tornillo de eje 134 se extiende a través de una unidad de cojinete de empuje 144 hacia el interior del émbolo 138. El cojinete de empuje 144 soporta el empuje longitudinal efectuado a lo largo del tornillo de eje 134 para proteger el motor 132. El extremo superior del tornillo de eje 134 es sostenido por un cojinete centralizador 146 que también está ubicado en el interior del émbolo 138. El extremo inferior del tornillo de eje 134 pasa a través del motor 132 y un freno de eje 148. El freno de eje 148 puede desplegarse bajo condiciones de falla o seguridad para detener la rotación del tornillo de eje 134. En modalidades ilustrativas, el freno de eje 148 es un freno magnético con resorte en el que un electroimán

mantiene el freno abierto contra la fuerza de un resorte que se cierra mientras se suministra energía a la unidad de accionamiento lineal 102. Si la unidad de accionamiento lineal 102 pierde energía, el electroimán se libera y el
5 resorte de freno hace que el freno de eje 148 acople el tornillo de eje 134 para detener la rotación del tornillo de eje 134. En algunas modalidades, el freno de eje 148 está ubicado por encima del motor 132 de manera que el freno de eje 148 puede acoplarse para permitir que el motor
10 132 se desacople del tornillo de eje 148. Un codificador 150 colocado adyacente al eje 134 detecta la posición de rotación y la velocidad de rotación del eje 134 y proporciona esa información al accionamiento de velocidad variable 142 o a un servocontrolador dentro del
15 accionamiento de velocidad variable 142.

La tuerca de rodillo 136 se conecta al extremo inferior del émbolo 138. La porción del tornillo de eje 134 que se extiende a través de la tuerca de rodillo 136 incluye una serie de roscas que se acoplan con roscas
20 correspondientes en la tuerca de rodillo 136. A medida que el tornillo de eje 134 rota dentro de la tuerca de rodillo 136, la tuerca de rodillo 136 se desplaza hacia arriba o hacia abajo dependiendo de si el tornillo de eje 134 rota en una dirección dextrógira o levógira. El
25 desplazamiento vertical resultante de la tuerca de rodillo 136 hace que el émbolo 138 se desplace hacia

arriba o hacia abajo dentro de un tubo guía 152. Por lo tanto, la tuerca de rodillo 136 y el émbolo 138 se mueven por la rotación selectiva del tornillo de eje 134 desde una posición retraída (que se muestra en la Figura 3) a
5 una posición desplegada (que se muestra en la Figura 4).

El extremo superior del émbolo 138 se fija al balancín oscilatorio 110 con un cojinete de pivote superior 154. En las modalidades ilustrativas que se representan en las Figuras 2-4, el cojinete de pivote
10 superior 154 está ubicado aproximadamente en el punto medio del balancín oscilatorio 110. En esta posición, el movimiento vertical del émbolo 138 se multiplica por la longitud del balancín oscilatorio 110 más allá del punto de pivote superior. La colocación del cojinete de pivote
15 superior 154 en el balancín oscilatorio 110 puede ajustarse para aumentar o disminuir la relación de movimiento vertical de la cara anterior arqueada 116 de la cabeza de balancín 114 a movimiento vertical del extremo superior del émbolo 138. La relación de movimiento
20 vertical es inversamente proporcional a la relación de elevación, lo que se relaciona con la ventaja o desventaja mecánica producida por el sistema de palanca del balancín oscilatorio 110 y la unidad de accionamiento lineal 102.

La unidad de accionamiento lineal 102 se conecta
25 a la base 104 con un cojinete de pivote inferior 156 que permite que la unidad de accionamiento lineal 102 se

articule con respecto a la base 104 mientras permanece en el mismo plano vertical que el balancín oscilatorio 110. El cojinete de pivote inferior 156 puede estar integrado en el poste Sampson 108. Como se ilustra en las 5 modalidades que se representan en las Figuras 3 y 4, la unidad de accionamiento lineal 102 puede girar ligeramente hacia atrás mientras el émbolo 138 se despliega por completo y girar ligeramente hacia adelante a medida que el émbolo 138 se retrae. En modalidades 10 ilustrativas, la unidad de accionamiento lineal 102 se conecta a la base 104 y al balancín oscilatorio 110 de manera que la unidad de accionamiento lineal 102 está sustancialmente vertical cuando el balancín oscilatorio 110 está sustancialmente horizontal.

15 El sistema de contrapeso 130 incluye una camisa de presión 158 que rodea el tubo guía 152. La camisa de presión 158 incluye un tabique divisorio superior 160 y un tabique divisorio inferior 162. El líquido presurizado dentro de la camisa de presión 158 se comunica hacia el 20 tubo guía 152 por debajo del extremo inferior del émbolo 138 a través de los puertos 164. Puede usarse un compresor 166 para aumentar la presión dentro de la camisa de presión 158. Puede usarse una válvula de alivio accionada por solenoide para disminuir selectivamente la 25 presión dentro del sistema. El extremo inferior del émbolo 138 es ligeramente más grande y se coloca en

contacto con la pared interior del tubo guía 152. Una serie de sellos (no designados por separado) atrapan el fluido presurizado dentro del tubo guía 152 y el émbolo 138. En algunas modalidades, se permite que el fluido presurizado se desplace hacia arriba a través del émbolo 138 y a través de la tuerca de rodillo 136 y el cojinete centralizador 146. Aunque el sistema de contrapeso 130 actualmente está diseñado como un sistema neumático en el que se usa aire como fluido presurizado, se apreciará que también pueden usarse sistemas hidráulicos y de fluido mezclado para proporcionar un efecto de contrapeso.

El fluido presurizado que entra en el tubo guía 152 aplica una fuerza ascendente contra el extremo inferior del émbolo 138 y la tuerca de rodillo 136. La fuerza ascendente aplicada por el sistema de contrapeso 130 puede ajustarse al controlar la presión dentro de la camisa de presión 158. En algunas modalidades, la fuerza ascendente se monitoriza activamente y se ajusta en tiempo real para contrarrestar una porción del peso de la sarta de varillas, del balancín oscilatorio 110 y de otros componentes de la unidad de bombeo con balancín 100. El efecto de contrarresto producido por el sistema de contrapeso 130 puede ajustarse de manera que el sistema de contrapeso 130 funcione en una condición con muy poco peso, neutra (equilibrado) o con exceso de peso. El sistema de contrapeso 130 ayuda al sistema de accionamiento lineal 128

a elevar el balancín oscilatorio 110 y también actúa como un amortiguador para evitar el movimiento descendente no controlado del balancín oscilatorio 110 que de otra manera podría dañar el sistema de accionamiento lineal 128.

5 La novedosa aplicación de la unidad de accionamiento lineal 102 a la unidad de bombeo con balancín 100 presenta una serie de ventajas con respecto a los sistemas de contrapeso y de accionamiento convencionales. En particular, la longitud de la carrera,
10 la velocidad del ciclo de carrera y las velocidades de carrera entre ciclos pueden ajustarse rápidamente y con precisión en tiempo real en respuesta a la retroalimentación proveniente del pozo para optimizar la producción y reducir el desgaste de los componentes de
15 subsuperficie y de la unidad de bombeo con balancín 100. En un aspecto, la longitud de carrera se ajusta automáticamente en tiempo real para evitar el contacto repetitivo o el “marcado” entre los componentes estacionarios y los componentes móviles de la bomba de
20 subsuperficie. En otro aspecto, la velocidad de carrera se ajusta automáticamente en tiempo real en respuesta a la detección de “golpe de fluido”, donde los componentes móviles de la bomba de subsuperficie entran en contacto con la parte superior de la columna de fluido a un alto
25 índice de velocidad. De manera similar, la longitud de carrera puede ajustarse automáticamente para mitigar

problemas de interferencia de gas al colocar los componentes móviles de la bomba de subsuperficie sumamente cerca de los componentes estacionarios de la bomba de subsuperficie para expulsar gas que se acumula
5 dentro de la bomba de subsuperficie entre carreras.

En otro aspecto, la unidad de accionamiento lineal 102 se usa para realizar pruebas de fuga en las válvulas fijas y móviles de la bomba de subsuperficie. La unidad de accionamiento lineal 102 puede detenerse en
10 varios puntos en el ciclo de carrera para evaluar la eficacia de la válvula fija (durante una carrera descendente) o de la válvula móvil (durante una carrera ascendente). En ciertas aplicaciones, la unidad de accionamiento lineal 102 se configura para ajustar las
15 velocidades de carrera entre ciclos a fin de mitigar ondas de tensión armónicas que se propagan a través de la sarta de varillas. La mitigación de las ondas de tensión armónicas permite que la unidad de bombeo con balancín
100 funcione bajo perfiles de desempeño de bomba más
20 agresivos sin dañar la unidad de bombeo con balancín 100 o los componentes de subsuperficie.

Además de los beneficios logrados mediante el control operativo de la unidad de accionamiento lineal 102, la unidad de bombeo con balancín 100 también
25 proporciona mejor acceso al cabezal de pozo 126 para operaciones de mantenimiento. Los sistemas de

accionamiento lineal de la técnica anterior, como los descritos en la patente de los Estados Unidos núm. 9.115.574, requieren la colocación de equipo de elevación muy cerca del cabezal de pozo. Esto puede frustrar los esfuerzos de obtener acceso al cabezal de pozo para reparaciones u otras operaciones de mantenimiento. El uso combinado del balancín oscilatorio 110 y la unidad de accionamiento lineal 102 en la unidad de bombeo con balancín 100 supera estas deficiencias al proporcionar una compensación entre la unidad de bombeo con balancín 100 y el cabezal de pozo 126. Además, debido a que la unidad de accionamiento lineal 102 se captura entre la base 104 y el balancín oscilatorio 110, no hay necesidad de un componente adicional para evitar que la unidad de accionamiento lineal 102 gire durante el uso. La base 104 y el balancín oscilatorio 110 evitan que el émbolo 138 gire en respuesta a la rotación del eje/tornillo 134.

Aunque la unidad de bombeo con balancín 100 se representa con el balancín oscilatorio 110 conectado al poste Sampson 108 en la unidad de cojinete posterior 112, se apreciará que en otras modalidades, la porción media del balancín oscilatorio 110 se fija de manera giratoria al poste Sampson 108. En estas modalidades alternativas, la unidad de accionamiento lineal 102 está ubicada detrás del poste Sampson 108 y se coloca en una posición invertida de manera que el sistema de contrapeso 130 se

opone al movimiento ascendente de la porción posterior del
balancín oscilatorio 110 y el sistema de accionamiento
lineal 128 se configura para halar la porción posterior
del balancín oscilatorio 110 hacia abajo durante una
5 carrera ascendente de la bomba de subsuperficie.

Se debe comprender que aunque en la descripción
anterior se han expuesto numerosas características y
ventajas de diversas modalidades de la presente invención,
junto con detalles de la estructura y las funciones de las
10 diversas modalidades de la invención, esta descripción es
solo ilustrativa, y pueden realizarse cambios en detalle,
especialmente en materia de estructura y configuración de
las partes dentro de los principios de la presente
invención en la medida en que lo indique el amplio
15 significado general de los términos en que se expresan las
reivindicaciones adjuntas. Los expertos en la técnica
apreciarán que las enseñanzas de la presente invención
pueden aplicarse a otros sistemas sin apartarse del
alcance y el espíritu de la presente invención.