

MOTOR ENCAPSULADO PARA BOMBA ELÉCTRICA SUMERGIBLE

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 **[0001]** Todas y cada una de las solicitudes para las cuales se identifica una reivindicación de prioridad extranjera o local en la hoja de información de la solicitud presentada con la presente solicitud se incorporan a la presente por referencia según el artículo 1.57 del título 37 del CFR. La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de Singapur n.º SG 10202109299U, presentada el 25 de agosto de 2021, la cual se incorpora en su totalidad al presente documento mediante referencia y debe ser considerada parte de la presente memoria
10 descriptiva.

ANTECEDENTES

Campo de la invención

15 **[0002]** La presente divulgación se refiere en general a bombas eléctricas sumergibles y, más particularmente, a arquitecturas de motores encapsulados.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 **[0003]** Existen varios tipos de equipos y métodos de elevación artificial disponibles, por ejemplo, bombas eléctricas sumergibles (ESP). Una ESP incluye múltiples etapas de bomba centrífuga montadas en serie, donde cada etapa incluye un impelente giratorio y un difusor estacionario montado en un eje, que está acoplado a un motor. En el uso, el motor hace girar el eje, que a su vez hace girar los impelentes dentro de los difusores. El fluido del pozo fluye hacia la etapa más baja y pasa a través del primer impelente, que centrifuga el fluido radialmente hacia afuera de modo que el fluido gana energía en forma de velocidad. Al salir del impelente, el fluido fluye hacia el difusor asociado, donde la velocidad del fluido se convierte en presión. A
25 medida que el fluido se mueve a través de las etapas de la bomba, el fluido gana presión gradualmente hasta que el fluido tiene suficiente energía para viajar a la superficie del pozo.

COMPENDIO

30 **[0004]** En algunas configuraciones, un motor para un sistema de bombeo sumergible incluye una carcasa; un estator encapsulado que comprende: una pila de laminaciones y devanados del estator; y una lata dispuesta dentro de un orificio central de la pila de laminación

y dispuesta adyacente a un diámetro interior de la pila de laminación que comprende un diámetro interior de la lata al menos un chavetero; un subconjunto de eje y rotor que comprende: un eje; al menos un rotor dispuesto alrededor del eje; y al menos un cojinete de rotor dispuesto alrededor del eje, comprendiendo al menos un cojinete de rotor al menos una chaveta
5 configurada para acoplarse con el chavetero de la cápsula cuando el subconjunto de eje y rotor está dispuesto dentro del estator encapsulado.

[0005] El motor puede incluir además material de encapsulación dispuesto entre la carcasa y la cápsula. El al menos un cojinete de rotor puede incluir un cojinete de rotor superior dispuesto cerca de un extremo superior de la pila de laminación, un cojinete de rotor inferior
10 dispuesto cerca de un extremo inferior de la pila de laminación, y al menos un cojinete de rotor intermedio dispuesto entre los cojinetes del rotor superior e inferior.

[0006] El estator encapsulado puede incluir un mecanismo de sellado en cada extremo axial de la cápsula para evitar la entrada de fluido al interior de la pila de laminaciones. El mecanismo de sellado puede incluir al menos un puerto configurado para permitir que los cables
15 del motor se extiendan a través de este para conexiones externas. El mecanismo de sellado puede incluir uno o más de soldadura, adhesivo(s), elementos de sellado elastoméricos y elementos de sellado metálicos.

[0007] El motor puede incluir además una unidad compensadora acoplada al motor. La unidad compensadora incluye un fuelle de compensación. Los cables pueden extenderse desde
20 el motor, dentro de la unidad compensadora a lo largo de un diámetro exterior del fuelle, hasta un medidor de fondo de pozo.

[0008] En algunas configuraciones, un método para fabricar un motor para un sistema de bombeo sumergible incluye insertar una cápsula en un orificio central de un estator que comprende una pila de laminaciones dispuesta dentro de una carcasa; e insertar un subconjunto
25 de eje y rotor en un orificio central de la cápsula, el subconjunto de eje y rotor comprende al menos un rotor dispuesto alrededor de un eje y al menos un cojinete de rotor dispuesto alrededor del eje.

[0009] El método puede incluir además interfaces de sellado entre un diámetro exterior de la pila de laminación y un diámetro interior de la carcasa y entre un diámetro interior de la
30 pila de laminación y un diámetro exterior de la cápsula. El método puede incluir pasar cables

desde el motor, a través de un mecanismo de sellado en la parte inferior del motor o cerca de esta, para extenderlos hasta un medidor de fondo de pozo.

5 **[0010]** El método puede incluir además llenar al menos parcialmente un espacio entre la carcasa y la cápsula con material de encapsulación. El método puede incluir preformar al menos una ranura a lo largo de una superficie interior de la cápsula antes del ensamblaje con la pila de laminación y el alojamiento. Alternativamente, el método puede incluir formar, por ejemplo, hidroformado, al menos un chavetero a lo largo de una superficie interior de la cápsula después de insertar la cápsula en el orificio central del estator. El método puede incluir además alinear y acoplar las chavetas de los cojinetes del rotor con las chaveteras en la superficie interior de la
10 cápsula.

[0011] El al menos un cojinete de rotor puede incluir un cojinete de rotor superior dispuesto cerca de un extremo superior de la pila de laminación, un cojinete de rotor inferior dispuesto cerca de un extremo inferior de la pila de laminación, y al menos un cojinete de rotor intermedio dispuesto entre los cojinetes del rotor superior e inferior.

15 **[0012]** El método puede incluir además acoplar una unidad compensadora al motor, comprendiendo la unidad compensadora un fuelle de compensación. El método puede incluir llenar un área fuera del fuelle con aceite dieléctrico. El método puede incluir enrutar cables desde el motor, dentro de la unidad compensadora a lo largo de un diámetro exterior del fuelle, hasta un medidor de fondo de pozo. La unidad de compensación puede incluir puertos de
20 comunicación abiertos al pozo, permitiendo que el fluido del pozo ingrese a un área dentro del fuelle para proporcionar ecualización de presión entre el motor ESP y el pozo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25 **[0013]** Ciertas modalidades, características, aspectos y ventajas de la descripción se describirán después con referencia a las figuras acompañantes, en donde los números de referencia similares indican elementos similares. Debe entenderse que las figuras adjuntas ilustran las diversas implementaciones descritas en la presente y no pretenden limitar el alcance de las diversas tecnologías descritas en la presente.

30 **[0014]** La Figura 1 muestra un esquema de un sistema de bomba eléctrica sumergible (ESP).

[0015] La Figura 2A muestra un estator.

[0016] La Figura 2B muestra un subconjunto de cápsula.

[0017] La Figura 2C muestra ejemplos de cápsulas que tienen un chavetero preformado y que no tienen un chavetero preformado.

5 **[0018]** La Figura 3A muestra una sección transversal de un estator encapsulado, incluido el estator de la Figura 2A y la cápsula de la Figura 2B.

[0019] La Figura 3B muestra un subconjunto eje-rotor.

[0020] La Figura 3C muestra una sección transversal de otro ejemplo de estator encapsulado.

10 **[0021]** La Figura 4A muestra un motor encapsulado ensamblado que incluye el estator encapsulado de la Figura 3A y el subconjunto eje-rotor de la Figura 3B.

[0022] La Figura 4B muestra áreas del motor encapsulado de la Figura 4A llenas de encapsulación, aceite de motor limpio y fluido de pozo.

[0023] La Figura 4C muestra una variación de un motor encapsulado ensamblado.

15 **[0024]** La Figura 4D muestra áreas del motor encapsulado de la Figura 4C llenas de encapsulación, aceite de motor limpio y fluido de pozo.

[0025] La Figura 5A muestra una sección transversal del motor encapsulado de la Figura 4A.

[0026] La Figura 5B muestra una sección transversal del motor encapsulado de la Figura 4C.

20 **[0027]** La Figura 6 muestra una vista en primer plano de una parte del motor encapsulado de la Figura 4, que muestra una chaveta de un cojinete de rotor acoplada con un chavetero de la cápsula.

25 **[0028]** La Figura 7A muestra una vista en sección transversal longitudinal del motor encapsulado de la Figura 4A, que se tomó a lo largo de la línea A-A que se muestra en la Figura 5A.

[0029] La Figura 7B muestra una vista en sección transversal longitudinal del motor encapsulado de la Figura 4C, que se tomó a lo largo de la línea A-A que se muestra en la Figura 5B.

30 **[0030]** La Figura 8A muestra una vista en sección transversal longitudinal del motor encapsulado de la Figura 4A, que se tomó a lo largo de la línea B-B que se muestra en la Figura 5A.

[0031] La Figura 8B muestra una vista en sección transversal longitudinal del motor encapsulado de la Figura 4C, que se tomó a lo largo de la línea B-B que se muestra en la Figura 5B.

[0032] La Figura 9 muestra el motor encapsulado de la Figura 4D acoplado a un medidor de fondo de pozo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0033] En la siguiente descripción, se describen numerosos detalles para proporcionar una comprensión de algunas modalidades de la presente descripción. Debe entenderse que la siguiente descripción proporciona muchas modalidades diferentes, o ejemplos, para implementar diferentes características de diversas modalidades. A continuación se describen ejemplos específicos de componentes y disposiciones para simplificar la descripción. Estos son, por supuesto, solamente ejemplos y no pretenden ser limitantes. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que el sistema y/o metodología pueden practicarse sin estos detalles y que son posibles numerosas variaciones o modificaciones de las modalidades descritas. Esta descripción no debe tomarse en un sentido limitante, sino que se realiza simplemente con el propósito de describir los principios generales de las implementaciones. El alcance de las implementaciones descritas debe determinarse con referencia a las reivindicaciones emitidas.

[0034] Como se usan en la presente, los términos "conectar", "conexión", "conectado", "en conexión con" y "conectando" se usan para significar "en conexión directa con" o "en conexión con a través de uno o más elementos"; y el término "conjunto" se usa para significar "un elemento" o "más de un elemento". Además, los términos «acoplar», «que acopla», «acoplado», «acoplado junto» y «acoplado a» se utilizan para indicar «acoplado de forma directa» o «acoplados por medio de uno o más elementos». Tal como se usa en la presente, los términos «arriba» y «abajo»; «superior» e «inferior»; «parte superior» y «parte inferior»; y otros términos similares que indican posiciones relativas a un punto o elemento dado se utilizan para describir más claramente algunos elementos. Usualmente, estos términos se refieren a un punto de referencia en la superficie a partir del cual se inician las operaciones de perforación como el punto superior, y la profundidad total como el punto más bajo, en donde el pozo (por ejemplo, pozo, agujero) es vertical, horizontal o inclinado con respecto a la superficie.

[0035] Existen varios tipos de equipos y métodos de elevación artificial disponibles, por ejemplo, bombas eléctricas sumergibles (ESP). Como se muestra en la modalidad ilustrativa de

la Figura 1, una ESP 110 normalmente incluye un motor 116, un protector 115, una bomba 112, una entrada de bomba 114 y uno o más cables 111, que pueden incluir un cable de energía eléctrica. El motor 116 se puede alimentar y controlar mediante una fuente de alimentación de la superficie y un controlador respectivamente, a través de los cables 111. En algunas configuraciones, la ESP 110 también incluye características de control del gas 113 y/o uno o más sensores 117 (por ejemplo, de temperatura, presión, corriente de fuga, vibración, etc.). Como se muestra, el pozo puede incluir uno o más sensores de pozo 120.

[0036] La bomba 112 incluye múltiples etapas de bomba centrífuga montadas en serie dentro de una carcasa. Cada etapa incluye un impelente giratorio y un difusor estacionario. Un eje se extiende a través de la bomba 112 y está acoplado operativamente al motor 116. El eje puede acoplarse al protector 115 (por ejemplo, un eje del protector), que a su vez puede acoplarse al motor 116 (por ejemplo, un eje del motor). Los impelentes están acoplados de forma giratoria, por ejemplo, enchavetados, al eje. Los difusores están acoplados, por ejemplo, fijados de forma giratoria, a la carcasa. En el uso, el motor 116 provoca la rotación del eje (por ejemplo, al girar el eje del protector 115, que hace girar el eje de la bomba), que a su vez hace girar los impelentes en relación con los difusores estacionarios y dentro de estos.

[0037] En el uso, el fluido del pozo fluye hacia la primera etapa (más baja) de la ESP 110 y pasa a través de un impelente, que centrifuga el fluido radialmente hacia afuera de modo que el fluido gana energía en forma de velocidad. Al salir del impelente, el fluido hace un giro brusco para entrar en un difusor, donde la velocidad del fluido se convierte en presión. A continuación, el fluido entra en la siguiente etapa del impelente y del difusor para repetir el proceso. A medida que el fluido pasa a través de las etapas de la bomba, el fluido gana presión gradualmente hasta que el fluido tiene suficiente energía para viajar a la superficie del pozo.

[0038] Los motores de los sistemas de bombeo sumergibles normalmente incluyen un estator asegurado dentro de una carcasa tubular y un rotor asegurado a un eje de transmisión de potencia que gira dentro del estator. El rotor normalmente se compone de varias secciones de rotor, la cantidad de secciones de rotor depende de la longitud y de la potencia nominal del motor. Las secciones del rotor están espaciadas entre sí y un conjunto de cojinete del rotor está ubicado entre cada sección del rotor. Cada sección del rotor está conectada al eje de modo que todas las secciones del rotor giran a medida que gira el eje. El motor puede ser un motor síncrono de imanes permanentes o un motor de inducción de CA.

[0039] Cada conjunto de cojinete de rotor dentro de una sección de rotor actúa para soportar el eje y mantenerlo en una alineación axial adecuada. Un conjunto de cojinete de rotor comprende un manguito conectado o enchavetado al eje de modo que el manguito y el eje giren juntos, y un muñón (por ejemplo, cojinete, casquillo) dispuesto coaxialmente alrededor del manguito. El muñón puede configurarse para acoplarse a la pared interior del estator para evitar que el muñón gire y mantener la alineación del eje adecuada.

[0040] La presente divulgación proporciona un motor encapsulado, por ejemplo para un sistema de bombeo sumergible, y métodos para fabricar o ensamblar dicho motor encapsulado. El motor encapsulado puede incluir un estator herméticamente sellado, que puede estar encapsulado. En algunas configuraciones, los motores encapsulados según la presente divulgación incluyen una pluralidad de cojinetes de rotor, incluidos cojinetes de rotor colocados en ubicaciones intermedias a lo largo del eje, por ejemplo entre secciones del rotor y entre los extremos superior e inferior del estator. El estator sellado incluye una cápsula dispuesta a lo largo y formando un diámetro o superficie interior del estator sellado. Un diámetro o superficie interior de la cápsula incluye un chavetero configurado para recibir una chaveta correspondiente de los cojinetes del rotor.

[0041] Para ensamblar un motor encapsulado según la presente divulgación, se inserta un subconjunto de cápsula 220, que se muestra en las Figuras 2B y 2C, en un orificio central 250 de un estator bobinado 210, que se muestra en la Figura 2A. Un extremo superior de la cápsula 220 puede formar un extremo de brida 219. En algunas configuraciones, la cápsula 220 incluye un extremo inferior expandido 221. El estator bobinado 210 incluye una pila de laminaciones 212, que incluye una pluralidad de laminaciones de estator 214, dispuestas dentro de una carcasa 211. El estator encapsulado 200 se puede sellar en cada extremo o cerca de estos mediante uno o más mecanismos de sellado 280 para evitar la entrada de fluido en la pila de laminación 212. Por ejemplo, las interfaces entre un diámetro exterior de la pila de laminación 212 y un diámetro interior de la carcasa 211, y entre el diámetro interior de la pila de laminación 212 y un diámetro exterior de la cápsula 220 se pueden sellar para formar un estator encapsulado sellado herméticamente 200, como se muestra en la Figura 3A. Dicho sellado se puede lograr mediante, por ejemplo, soldadura, adhesivos, elementos de sellado elastoméricos y/o metálicos, alguna combinación de estos, u otros medios de sellado apropiados. Los devanados del estator pueden extenderse a través de ranuras de las laminaciones del estator

214 y formar bobinas extremas 203 en los extremos axiales. Como se muestra en la Figura 3A, el espacio disponible entre la carcasa 211 y la cápsula 220 se puede llenar con material de encapsulación 230. El estator sellado herméticamente 200 es ventajosamente tolerante al ingreso de agua o fluido del pozo, lo que mejora la confiabilidad del motor 116.

5 **[0042]** Como se muestra, por ejemplo, en la Figura 6, la cápsula 220 incluye un chavetero empotrado 222. En algunas configuraciones, el diámetro interior o la superficie de las laminaciones del estator 214 incluye un chavetero, y la cápsula 220 sigue el perfil de la superficie interior de la pila de laminaciones 212, incluido el chavetero de las laminaciones 214, como se muestra en la Figura 6. El chavetero 222 puede tener diversas formas o curvaturas (por ejemplo, formas o curvaturas de sección transversal), como cuadradas o circulares. El chavetero 222 puede extenderse a lo largo de toda la longitud o eje de la cápsula 220, del estator 200, o de la pila de laminaciones 212, o puede extenderse solo a lo largo de porciones de la longitud del estator 200 en la ubicación o área de los cojinetes del rotor 260 cuando esté ensamblado.

15 **[0043]** El chavetero 222 se puede preformar en la cápsula 220 antes del ensamblaje (por ejemplo, antes de insertar la cápsula 220 en la pila de laminación 212) como se muestra a la izquierda de la Figura 2C. Alternativamente, la cápsula 220 puede no incluir un chavetero preformado 222, como se muestra a la derecha de la Figura 2C. El chavetero 222 puede formarse, por ejemplo, hidroformarse, in situ después de que la cápsula 220 se ensamble en el orificio 250 del estator. El hidroformado puede permitir ventajosamente el enchavetado de uno o más cojinetes intermedios del rotor, lo que de otro modo sería problemático. El diseño de la presente divulgación utiliza las laminaciones del estator 214 directamente como molde para el proceso de hidroformado de la cápsula de paredes delgadas 220. Esto elimina ventajosamente los pasos intermedios de transferir una cápsula hidroformada al estator del motor, que podrían dañar la cápsula 220. Esto también proporciona ventajosamente un mejor ajuste entre la cápsula 220 y el estator.

25 **[0044]** La Figura 3B muestra un subconjunto eje-rotor. El subconjunto de eje-rotor 230 incluye un eje 232, una o más secciones de rotor 234 dispuestas alrededor del eje 232 y uno o más cojinetes de rotor 260. Las secciones de rotor 234 pueden enchavetarse al eje 232 mediante una o más chavetas de eje 233. Como se muestra, se puede disponer un cojinete de rotor superior 260a encima del rotor (por ejemplo, próximo o adyacente a un extremo superior

de una sección 234 de rotor más superior), se puede disponer un cojinete de rotor inferior 260b en la parte inferior del rotor (por ejemplo, próximo o adyacente a un extremo inferior de una sección de rotor más inferior 234), y se puede disponer uno o más cojinetes de rotor 260 en ubicaciones intermedias a lo largo del eje 232 entre los cojinetes de rotor superior e inferior, por ejemplo, entre secciones de rotor consecutivas 234.

[0045] Cada cojinete de rotor 260 incluye un manguito de cojinete 262 que está enchavetado al eje 232, por ejemplo mediante una chaveta de eje 264, como se muestra en las Figuras 5A-5B y 7, un casquillo de cojinete de rotor 266 dispuesto circunferencialmente alrededor y coaxial al manguito de cojinete 262 y una chaveta de cojinete de rotor 268. En algunas configuraciones, la chaveta de cojinete de rotor 268 está dispuesta sobre o alrededor de una superficie radialmente exterior del casquillo de cojinete de rotor 266 o al menos parcialmente en un canal o ranura formada en la superficie radialmente exterior del casquillo de cojinete de rotor 266, como se muestra en la Figura 5A. En algunas configuraciones, por ejemplo como se muestra en la Figura 5B, el cojinete de rotor 260 incluye un soporte metálico de cojinete de rotor 267 dispuesto circunferencialmente alrededor del casquillo 266, y la chaveta de cojinete de rotor 268 está dispuesta alrededor de una superficie radialmente exterior del soporte 267, por ejemplo, al menos parcialmente en un canal o ranura formado en la superficie radialmente exterior del soporte 267. Una llave antirrotación del casquillo 265 puede fijar o fijar rotacionalmente el casquillo 266 al soporte 267. Uno o más soportes de casquillo flexibles 263 pueden disponerse radialmente entre el casquillo 266 y el soporte 267. Se puede disponer axialmente una arandela de empuje 290 entre el cojinete del rotor 260 y la sección inferior adyacente del rotor 234. Un anillo elástico o anillo de retención 292 puede estar dispuesto axialmente entre el cojinete del rotor 260 y la sección superior adyacente del rotor 234.

[0046] Al menos una porción de la chaveta de cojinete del rotor 268 puede extenderse longitudinal o axialmente paralela al eje 232. En algunas configuraciones, por ejemplo como se muestra en la Figura 7A, las porciones de los extremos superior e inferior de la chaveta de cojinete del rotor 268 se pueden doblar, por ejemplo a 90°, para ayudar a asegurar la chaveta de cojinete del rotor 268 al casquillo de cojinete del rotor 266. La chaveta 268 puede ser de tipo fijo, lo que puede requerir una alineación previa (antes del ensamblaje del subconjunto de eje-rotor 230 con el estator encapsulado) con el chavetero 222 para acoplarse adecuadamente al

chavetero 222. Alternativamente, la llave 268 puede ser una llave accionada por resorte, que puede no requerir alineación previa.

[0047] El subconjunto de eje-rotor 230 se inserta en un orificio o cavidad central 250 del estator encapsulado 200 para formar un conjunto de motor encapsulado como se muestra en las Figuras 4A y 4C. En algunas configuraciones, la chaveta 268 del cojinete del rotor se alinea previamente y/o acopla al estator 200 y/o la ranura 222 de la cápsula 220 antes que el subconjunto 230 de eje-rotor se inserte en la cavidad 250 del estator encapsulado 200 o en el momento en que el subconjunto 230 de eje-rotor se inserta en la cavidad 250 del estator encapsulado 200. El acoplamiento de la chaveta del cojinete del rotor 268 con el chavetero del estator 222, como se muestra en la Figura 6, proporciona una fuerza y/o función antirrotación para los cojinetes del rotor 260. Un estator encapsulado según la presente divulgación puede incluir varios números de chavetas de cojinete de rotor 268, por ejemplo dos como se muestra, o más de dos para aumentar el montaje y la retención del cojinete de rotor 260 si se desea o se necesita.

[0048] Como los estatores encapsulados según la presente divulgación incluyen cojinetes de rotor intermedios 260 que se acoplan al chavetero del estator 222, la cápsula 220 y los cojinetes de rotor intermedios 260 están soportados directamente en el diámetro interior del estator. Por el contrario, algunas arquitecturas de motores encapsulados existentes solo incluyen cojinetes 260 en los extremos del rotor, fuera de la región del estator encapsulado. Esto puede ser un problema, particularmente con caballos de fuerza altos en pozos petroleros, ya que la relación de aspecto se vuelve demasiado larga solo para los cojinetes 260 superior e inferior. La habilitación de cojinetes intermedios 260 proporciona un mayor soporte, por ejemplo a mayor potencia y/o velocidad. Formar chaveteros 222 en la cápsula 220 para seguir a los chaveteros en el ID del estator simplifica ventajosamente el proceso de ensamblaje y el número de piezas intermedias, especialmente cuando se fabrican y ensamblan múltiples secciones de motor. Todas las secciones del motor pueden compartir el mismo eje 232, devanado, cápsula 220 y estator, lo que elimina la necesidad de cualquier conexión en tándem o intermedia entre las secciones.

[0049] Varios volúmenes o áreas dentro del motor encapsulado pueden estar al menos parcial o totalmente llenos u ocupados por diferentes materiales o fluidos. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 4B y 4D, una zona de encapsulación entre la carcasa 211 y la cápsula

220 del estator se puede llenar con material de encapsulación 230. El material de encapsulación 230 puede llenar completamente todos los espacios, por ejemplo, en las laminaciones 214, devanados, terminales de cabeza hueca y/o cables conductores. Una zona de aceite dieléctrico, por ejemplo, en un espacio mecánico entre el estator 220 y el rotor 230, el volumen dentro del cabezal 270, en el área del cojinete de empuje 272, y/o fuera de un fuelle de compensación 274 en la parte inferior del motor (si está incluida), se puede llenar con aceite dieléctrico 276. Una zona de fluido de pozo dentro del fuelle de compensación 274 se puede llenar con fluido de pozo 278 y puede permitir ventajosamente la expansión y contracción del aceite de motor 276. En algunas configuraciones, por ejemplo como se muestra en las Figuras 4C-4D, el fuelle de compensación 274 está dispuesto en una unidad compensadora 275 acoplada al resto del estator a través de una base de motor 282. Como se muestra en la Figura 9, la unidad de compensación 275 incluye puertos de comunicación 277 que están abiertos al pozo, lo que permite que el fluido del pozo ingrese a la región interna del fuelle y proporcione ecualización de presión entre el motor ESP y el pozo. El fuelle 274 está sellado, por lo que el fluido del pozo no penetra en la región del aceite dieléctrico. La unidad de compensación 275 también puede incluir una válvula de alivio de presión 279.

[0050] Como también se muestra en las Figuras 4B, 4D y 9, los cables de conexión de calibre y/o termopar 302 están dispuestos en la zona de aceite limpio y se encaminan desde el motor a través de la base del motor 282 hasta un calibre de fondo de pozo opcional 300 que puede usarse para medir presión, temperatura, vibración, etc. En algunas configuraciones, por ejemplo como se muestra en la Figura 9, el estator 200 incluye un espaciador inferior 280, que puede comprender el mecanismo de sellado, ser parte este o trabajar con este para evitar la entrada de fluido en la pila de laminación 212. El mecanismo de sellado, por ejemplo, el espaciador 280, incluye uno o más puertos sellados 281 a través de los cuales se extienden los cables 302. Los puertos sellados garantizan que el aceite dieléctrico limpio no entre en la zona de encapsulación y se mezcle con el material de encapsulación, al tiempo que permite que los cables 302 se sellen y se dirijan a través de la base del motor 282 hasta la unidad compensadora 275. Dentro de la unidad compensadora 275, los cables 302 se encaminan a lo largo del diámetro exterior del fuelle 274 y, por lo tanto, se sumergen en aceite dieléctrico, hasta el medidor de fondo de pozo 300.

[0051]El lenguaje de grado usado en la presente, tal como los términos "aproximadamente", "alrededor de", "generalmente" y "sustancialmente" como se usa en la presente representan un valor, cantidad o característica cercana al valor, cantidad o característica establecidos que aún realiza una función deseada o logra un resultado deseado.

5 Por ejemplo, los términos "aproximadamente", "alrededor de", "generalmente" y "sustancialmente" pueden referirse a una cantidad que está dentro de menos de 10 % de, dentro de menos de 5 % de, dentro de menos de 1 % de, dentro de menos de 0,1 % de, y/o dentro de menos de 0,01 % de la cantidad declarada. Como otro ejemplo, en ciertas modalidades, los términos "generalmente paralelo" y "sustancialmente paralelo" o "generalmente perpendicular" y "sustancialmente perpendicular" se refieren a un valor, cantidad o característica que se aparta de exactamente paralelo o perpendicular, respectivamente, en menos de o igual a 15 grados, 10 grados, 5 grados, 3 grados, 1 grado o 0,1 grados.

[0052]Aunque anteriormente se han descrito en detalle algunas modalidades de la descripción, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones sin apartarse técnicamente de las enseñanzas de esta descripción. En consecuencia, se pretende que tales modificaciones se incluyan dentro del alcance de esta descripción como se define en las reivindicaciones. También se contempla que se pueden realizar varias combinaciones o subcombinaciones de las características y aspectos específicos de las modalidades descritas y aún así estar dentro del alcance de la descripción. Debe entenderse que varias características y aspectos de las modalidades descritas pueden combinarse o sustituirse entre sí para formar modos variables de las modalidades de la descripción. Por lo tanto, se pretende que el alcance de la presente descripción no esté limitado por las modalidades particulares descritas anteriormente.