

ACCESORIO CON MECANISMO DE AVANCE ROTATIVO ACCIONADO POR PESO

DESCRIPCIÓN

SECTOR TECNOLÓGICO

5 La presente invención se relaciona con el sector de la industria de los hidrocarburos, específicamente con herramientas y accesorios mecánicos utilizados en operaciones de completamiento, perforación (corrida de casing), intervención, mantenimiento y/o reparación de pozos petroleros ya construidos. Más particularmente, la invención
10 concierne a un accesorio mecánico modular configurado para convertir carga axial aplicada desde la superficie en rotación controlada en el fondo del pozo, permitiendo el avance la sarta de tubería que se esté corriendo a través de zonas o partes irregulares apretadas, también puede ser usado para limpieza de pozos, en los cuales los cortes o arena estén apretados, este mecanismo contiene aletas puntiagudas que ayudan a romper y/o triturar los sólidos o sedimentos duros en el fondo de pozo, haciendo más
15 efectiva la limpieza o remoción de los mismos.

TÉCNICA ANTERIOR

En las operaciones de intervención de pozos, particularmente en pozos desviados u horizontales, uno de los desafíos técnicos recurrentes es la transmisión efectiva de
20 rotación desde la superficie hasta la herramienta de fondo. Los métodos convencionales, como el uso de tubería de perforación rotada desde superficie, presentan limitaciones significativas debido a la fricción contra las paredes del pozo, la pérdida de torque a lo largo de la sarta y la dificultad de aplicar peso sobre la herramienta sin generar pandeo.

25 En la técnica anterior, se han desarrollado dispositivos para intentar solventar estas limitaciones. Por ejemplo, se conocen motores de fondo que convierten la energía hidráulica del fluido de circulación en energía mecánica rotativa. Sin embargo, estos dispositivos requieren caudales y presiones específicas, y su operación está ligada a la
30 circulación continua de fluido, lo que no siempre es deseable o posible en ciertas operaciones de intervención con línea de acero (slickline) o guaya (braided line). También existen herramientas de impacto y jaladores mecánicos, pero su función principal es la generación de golpes axiales, no una rotación controlada y repetitiva de la herramienta de fondo.

35 La presente invención se diferencia de la técnica anterior por proporcionar un accesorio mecánico modular, de accionamiento puramente mecánico, que convierte la carga axial

compresiva aplicada intermitentemente desde superficie en rotación controlada y fraccionada de la sección inferior de la herramienta. Este efecto se logra mediante un
40 novedoso sistema de guía ranurada y pin seguidor, que no depende de circulación de fluido ni de sistemas electrónicos, permitiendo su uso en una amplia variedad de configuraciones de sarta y operaciones de intervención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

45 La presente invención tiene como objeto proporcionar un accesorio mecánico modular para operaciones de perforación, corrida de casing, completamiento, mantenimiento e intervención en pozos ya construidos que convierta eficientemente la carga axial aplicada desde superficie en rotación controlada en el fondo, haciendo que la sarta que se corre pase por zonas apretadas y/o irregulares eliminando la necesidad de
50 transmisión de torque desde superficie, ideal para ser usado en pozos desviados, horizontales o de largo alcance (extended reach)

El accesorio de la invención comprende un cuerpo tubular alargado, configurado para integrarse en una sarta de intervención, que aloja en su interior un conjunto mecánico
55 generador de rotación. Dicho conjunto comprende un mandril superior, solidario al cuerpo tubular o a una sección superior de la sarta, y un mandril inferior móvil, dispuesto para conectarse a una herramienta de fondo tal como un escariador, fresador, pescante o similar. El mandril superior y el mandril inferior están acoplados de manera que permiten un movimiento axial relativo limitado y un movimiento rotativo
60 relativo selectivo.

De acuerdo con la invención, el mandril inferior está provisto de al menos un pin seguidor que se proyecta radialmente hacia el interior del cuerpo tubular. Este pin seguidor se aloja y desplaza dentro de al menos una guía ranurada, preferiblemente
65 cerrada, dispuesta en la superficie externa del mandril intermedio o en un componente intermedio asociado a este. La guía ranurada define una trayectoria cerrada que comprende, al menos, un tramo ascendente o helicoidal y un tramo descendente o de retorno, configurados para que el recorrido del pin por la guía, inducido por el movimiento axial relativo entre los mandriles, provoque una rotación controlada del
70 mandril inferior.

En una realización preferida, la aplicación de una carga axial compresiva desde superficie sobre la sarta provoca un desplazamiento axial relativo entre el mandril superior y el inferior. Este desplazamiento fuerza al pin seguidor a recorrer una primera
75 trayectoria dentro de la guía ranurada, generando así una rotación del mandril inferior

80 en un primer sentido. Cuando la carga axial se libera, un elemento elástico, tal como un resorte de compresión dispuesto entre los mandriles, o el propio peso de la sección inferior de la sarta, retorna el mandril superior a su posición inicial. Durante este retorno, el pin seguidor recorre una segunda trayectoria, distinta a la primera, dentro de la guía cerrada, preparando el mecanismo para un nuevo ciclo de rotación.

85 El accesorio puede incluir, adicionalmente, un conducto interno pasante que permite la circulación de fluido a través del mismo, posibilitando operaciones simultáneas de bombeo, limpieza hidráulica o recuperación de fluidos sin interferir con el mecanismo generador de rotación.

90 Una ventaja notable de la invención es su capacidad para generar pares de rotación significativos en la herramienta de fondo mediante la aplicación de cargas axiales moderadas desde superficie, las cuales pueden ser generadas por equipos convencionales de intervención como slickline, braided line o tubería flexible (coiled tubing). Esto la hace particularmente útil en pozos de geometría compleja donde la rotación directa desde superficie es ineficaz o imposible.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 95 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:
- 100 **Figura 1:** Muestra una vista en sección longitudinal del accesorio mecánico según una realización preferida de la invención, en una primera posición operativa correspondiente a la posición extendida de la herramienta, previa a la aplicación de carga axial.
- 105 **Figura 2:** Muestra una vista en sección longitudinal del accesorio de la Figura 1, en una segunda posición operativa correspondiente a la posición comprimida de la herramienta, después de la aplicación de carga axial y la consecuente rotación de la sección inferior.
- 110 **Figura 3:** Muestra una vista desarrollada de la superficie externa del mandril inferior, ilustrando ejemplos no limitativos de configuraciones de guías ranuradas (3A, 3B, 3C)

que pueden ser implementadas en el accesorio de la invención para obtener diferentes patrones de rotación.

115

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Tal como se observa en las Figuras 1 y 2, el accesorio mecánico modular (1) objeto de la presente invención comprende un conjunto de mandriles acoplados telescópicamente que incluye un mandril superior (20), un mandril inferior (30) y un
120 mandril intermedio (10) dispuesto entre ellos.

El mandril superior (20) es un cuerpo tubular alargado que presenta un primer extremo (21) configurado para conectarse a una sección superior de una sarta de intervención (no mostrada). El mandril inferior (30) es igualmente un cuerpo tubular alargado que
125 presenta un segundo extremo (31) configurado para conectarse a una herramienta de fondo (no mostrada), tal como una herramienta de limpieza, fresado, pesca o similar. El mandril inferior (30) está acoplado de manera deslizante y coaxial al mandril intermedio (10), recibiendo en su interior al menos una porción de este, permitiendo así un movimiento axial relativo limitado entre ambas piezas en una configuración de tipo
130 telescópico.

De acuerdo con el aspecto esencial de la invención, el accesorio comprende un mandril intermedio (10) dispuesto coaxialmente entre el mandril superior (20) y el mandril inferior (30). El mandril intermedio (10) presenta un diámetro externo inferior al
135 diámetro interno del mandril inferior (30) y al diámetro interno del mandril superior (20). En una realización preferida, el mandril intermedio (10) está solidariamente conectado por su extremo superior al mandril superior (20), mientras que su extremo inferior se aloja de manera deslizante dentro del mandril inferior (30). Esta configuración permite que, al aplicar una carga axial compresiva, el mandril inferior (30) se desplace
140 axialmente sobre la superficie externa del mandril intermedio (10), como un émbolo sobre un vástago, mientras que el mandril superior (20) permanece sustancialmente en su posición relativa dentro del conjunto.

El mandril intermedio (10) está provisto, en su superficie externa, de al menos una guía ranurada (11). Dicha guía ranurada (11) es una ranura cerrada que serpentea al menos
145 parcialmente alrededor de la periferia del mandril intermedio (10), definiendo una trayectoria continua que comprende un primer tramo (11a) que será el recorrido de retorno hacia la posición inicial, un segundo tramo (11b) usado para ejercer rotación mientras el descenso y una pluralidad de puntos de inflexión o cambios de dirección

150 (11c, 11d) que conectan dichos tramos, formando un circuito cerrado. En una
realización alternativa, la guía ranurada (11) podría estar dispuesta en un componente
independiente asociado de manera solidaria al mandril intermedio (10).

155 Un pin seguidor (32) se extiende radialmente desde una porción del mandril inferior
(30) hacia el interior del mismo, estando configurado para alojarse y desplazarse a lo
largo de la guía ranurada (11) del mandril intermedio (10). La geometría de la guía
ranurada (11) está calibrada para que el recorrido del pin seguidor (32) a lo largo de
ella, inducido por el movimiento axial relativo entre el mandril inferior (30) y el mandril
intermedio (10), resulte en un movimiento de rotación controlada del mandril inferior
160 (30) con respecto al mandril superior (20).

Un medio elástico, preferiblemente un resorte de compresión helicoidal (40), está
dispuesto coaxialmente alrededor del mandril intermedio (10), apoyándose por un
primer extremo contra una superficie de apoyo (22) del mandril superior (20) y por un
165 segundo extremo contra una superficie de apoyo (33) del mandril inferior (30). Dichas
superficies de apoyo pueden incorporar un elemento accesorio de interfaz mecánica,
tal como un rodamiento axial o arandela de empuje con capacidad de rodadura,
configurado para permitir el desacople relativo de giro entre el resorte (40) y los
mandriles (20, 30). Este elemento reduce la transmisión de esfuerzos torsionales al
170 resorte durante la compresión y expansión. De esta manera, el resorte (40) se
encuentra ubicado en el espacio anular definido entre el diámetro exterior del mandril
intermedio (10) y los diámetros interiores de los mandriles superior (20) e inferior (30),
aprovechando el espacio existente sin aumentar el diámetro total del conjunto. Este
resorte (40) impulsa el conjunto hacia una posición de máxima extensión axial relativa
175 entre el mandril superior (20) y el mandril inferior (30), como se ilustra en la Figura 1.

Para garantizar un desplazamiento axial suave, centrado y libre de interferencias entre
el mandril inferior (30) y el mandril intermedio (10), el accesorio puede incluir, al menos
un elemento de guía y centrado (34). Este elemento de guía (34) puede ser, por
180 ejemplo, un casquillo de material antifricción, un anillo de desgaste (wear ring) o un
rodamiento lineal, dispuesto en la interfaz entre la superficie interna del mandril inferior
(30) y la superficie externa del mandril intermedio (10).

Adicionalmente, para limitar la carrera axial del mandril inferior (30) y evitar la
185 transmisión de cargas excesivas sobre el pin seguidor (32) y la guía ranurada (11), se
puede disponer al menos un elemento de tope axial (35). Este tope (35) puede ser, por
ejemplo, un anillo de retención, un hombro mecanizado en el mandril intermedio (10), o

un elemento similar configurado para hacer contacto con una superficie complementaria del mandril inferior (30) al final de su carrera axial.

190 En una realización, el elemento de tope axial (35) está dispuesto para actuar tanto en la condición de máxima compresión como en la condición de máxima extensión de la herramienta, limitando el desplazamiento relativo entre los componentes en ambos sentidos. De esta forma, cuando la carga axial aplicada es muy elevada, ya sea durante la compresión o durante la extensión del conjunto, el tope (35) absorbe o
195 redistribuye el exceso de fuerza, protegiendo la integridad del mecanismo de guía (11) y del pin seguidor (32), y evitando solicitaciones estructurales fuera del rango de diseño.

El funcionamiento del dispositivo es análogo al descrito anteriormente, pero con la cinemática invertida: al aplicar carga axial compresiva (F), el mandril inferior (30)
200 asciende sobre el mandril intermedio (10), comprimiendo el resorte (40). El pin seguidor (32), solidario al mandril inferior (30), recorre el tramo (11b) de la guía (11), provocando la rotación del mandril inferior (30). Al liberar la carga, el resorte (40) expande el conjunto, retornando el mandril inferior (30) a su posición original mientras el pin (32) recorre el tramo (11a), completando el ciclo.

205 En una realización particular, el accesorio (1) comprende un conducto interno pasante que se extiende longitudinalmente a través del mandril superior (20), el mandril intermedio (10) y el mandril inferior (30), permitiendo la circulación de fluidos de pozo, fluidos de limpieza o herramientas de cable delgadas a través del mismo, sin interferir
210 con el mecanismo de rotación descrito.

MEJOR MANERA DE REALIZAR LA INVENCION

La mejor manera de realizar la invención, según el conocimiento del solicitante, consiste en fabricar el mandril superior (20), el mandril inferior (30) y el mandril
215 intermedio (10) de un acero aleado de alta resistencia mecánica y a la corrosión, típicamente acero inoxidable dúplex o acero al cromo-níquel-molibdeno, apto para ambientes agresivos con presencia de H_2S y CO_2 . Se debe prestar especial atención a la selección de materiales para el mandril intermedio (10), dado que alberga la guía ranurada (11) y está sometido a esfuerzos de contacto por parte del pin seguidor (32).

220 Se recomienda que la guía ranurada (11) sea mecanizada mediante electroerosión o fresado de alta precisión en la superficie externa del mandril intermedio (10), garantizando tolerancias dimensionales muy estrechas con el pin seguidor (32) para minimizar el juego y el desgaste, pero permitiendo un deslizamiento suave y libre de

225 atascos a lo largo de toda la trayectoria. El acabado superficial de la ranura debe ser de alta calidad, preferiblemente con un pulido especular en las zonas de contacto.

230 El pin seguidor (32) debe ser igualmente fabricado en un acero endurecido y tratado térmicamente, pudiendo incluir en su extremo de contacto un rodillo o buje de material antifricción, como bronce o un polímero de alto rendimiento (PEEK, PTFE), para reducir el coeficiente de fricción y el desgaste durante el recorrido cíclico por la guía.

235 El resorte de compresión helicoidal (40) debe ser dimensionado cuidadosamente en función de la profundidad operativa, el peso de la sarta inferior y la fuerza requerida para generar el retorno a la posición inicial. Se debe seleccionar una constante elástica que sea suficiente para retornar el sistema a la posición extendida en el pozo (considerando la flotabilidad y la fricción de los sellos y guías), pero lo suficientemente baja para no requerir cargas de compresión excesivamente altas desde superficie. Se puede optar por un resorte helicoidal convencional de paso variable o un conjunto de resortes apilados, preferiblemente con tratamiento anticorrosivo y necesarios para 240 mejorar su resistencia a la fatiga.

245 Los elementos de guía y centrado (34) deben ser seleccionados para soportar las cargas radiales y mantener la alineación. Se recomienda el uso de anillos de desgaste (wear rings) de material compuesto, instalados en ranuras circunferenciales en el mandril inferior (30) o en el mandril intermedio (10) con la posibilidad de generar sello. Estos anillos no solo centran el conjunto, sino que también actúan como elementos sacrificiales, protegiendo los componentes principales del desgaste.

250 El elemento de tope axial (35) puede ser implementado como un anillo de retención de alta resistencia (tipo snap ring) alojado en una ranura del mandril intermedio (10), o como un hombro mecanizado integral en dicho mandril. Es crucial que la superficie de contacto del tope sea lo suficientemente amplia para distribuir las cargas y evitar deformaciones plásticas.

255

260 En cuanto a los sellos, aunque no se requiere un sellado perfecto para el funcionamiento básico del mecanismo, se recomienda la inclusión de protectores de labios o rascadores en los extremos abiertos del mandril inferior (30) para minimizar la entrada de arena, sedimentos y otros sólidos abrasivos del pozo que podrían acumularse en la guía ranurada (11) y acelerar el desgaste. Sellos elastoméricos tipo O-ring de baja fricción pueden ser utilizados en los elementos de guía (34) si se desea

un control adicional de la entrada de contaminantes, aunque esto incrementa la fuerza requerida para el movimiento axial.

265 Las conexiones roscadas entre los mandriles y a la sarta deben ser del tipo estándar en la industria (API o premium) para garantizar la compatibilidad con las herramientas existentes.

270 No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan. Los materiales, forma, tamaño y disposición de las piezas serán susceptibles de variación siempre y cuando ello no suponga una alteración de las características esenciales del invento. Los términos en que se ha redactado esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.