

VÁLVULA INTELIGENTE SELECTORA DE PETRÓLEO (SMART OIL SELECTOR VALVE)

Descripción

Sector tecnológico:

Al situarse en el sector de hidrocarburos, la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo se proyecta como un avance trascendental para la extracción de crudo o gas y la disminución de fluidos no deseados (agua y/o gas) de manera más eficiente y controlada. La implementación de esta tecnología apunta directamente a mejorar el factor de recobro en los pozos de petróleo o gas y a disminuir sustancialmente la producción de agua y/o gas (para pozos de petróleo) generando un gran impacto ambiental positivo disminuyendo el consumo de energía para extracción, tratamiento y disposición final de grandes cantidades de agua o quema de gas en los campos de petróleo.

Este invento no solo representa un progreso técnico en el ámbito de la extracción de petróleo y gas, sino que también posiciona a Colombia como un referente en la adopción de tecnologías electrónicas avanzadas en la industria de hidrocarburos. La empresa HOSS, al liderar esta iniciativa, contribuye al desarrollo y la modernización del sector, abonando el camino para futuras innovaciones y mejoras en la extracción de petróleo y gas en el país.

Un desafío crucial en la extracción de hidrocarburos de yacimientos subterráneos radica en potenciar la capacidad de recuperar el petróleo presente en dichos yacimientos. Actualmente, solo se recupera y produce una fracción del petróleo disponible en un yacimiento antes de que este se cierre, conocido como Factor de Recobro (FR), en algunos casos el FR es muy bajo, alrededor del 10%, es decir, de 100 Bbls de Petróleo existente en el yacimiento, solo se recuperan 10 Bbls. Por consiguiente, surge una necesidad de desarrollar nuevas tecnologías que mejoren la producción y la recuperación de petróleo (FR), de manera amigable con el medio ambiente.

Tecnología anterior:

Existen algunos dispositivos y válvulas en la industria del petróleo y gas, cada uno diseñado para funcionar en ciertas condiciones en específico.

1. AICD - Autonomous Inflow Control Device.
2. AICV - Autonomous Inflow Control Valve.
3. VÁLVULAELECTRÓNICA-INTELIGENTE AUTÓNOMA (Solicitud de patente de invención nacional en proceso NC2024/0001420 bajo el mismo titular de la presente patente).
4. VÁLVULA RECUPERABLE ELECTRÓNICA-INTELIGENTE AUTÓNOMA (Solicitud de patente de invención nacional en proceso NC2024/0003472 bajo el mismo titular de la presente patente).

Descripción de la invención

La Válvula Inteligente Selectora de Petróleo, desarrollada por la empresa HOSS representa una innovación destacada en el sector tecnológico de hidrocarburos, específicamente en el ámbito de la extracción de petróleo y/o gas. Este dispositivo revolucionario busca transformar y modernizar las prácticas convencionales en la industria petrolera al introducir tecnologías inteligentes y autónomas en la producción de hidrocarburos.

La mayoría de los campos de hidrocarburos actualmente tienen gran producción de fluidos no deseados como agua y/o gas generando grandes consumos de energía y problemas ambientales durante el proceso de extracción, tratamiento y disposición final, esto ocurre por las propiedades intrínsecas de los fluidos presentes en los yacimientos ya que el agua, petróleo y/o gas normalmente comparten el mismo espacio dentro del yacimiento.

En un concepto general de la invención, se presenta un método y dispositivo para regular el flujo de un fluido. Diseñado para identificar y controlar el tipo de fluido (petróleo, agua o gas) entre el reservorio y un conducto principal que forma parte de una línea de producción (Sarta de producción). En un sentido global este dispositivo incluye, un tubo base, una rejilla de control de sólidos, una válvula

cheque, un conducto principal, una válvula de resorte tipo pistón móvil, un conducto secundario (piloto) con varias adaptaciones que producen caídas de presión (Laminares y turbulentas), una carcasa superior y una carcasa inferior. Los conductos y el componente de pistón móvil se encuentran alojados dentro de las carcasas superior e inferior.

La Válvula Inteligente Selectora de Petróleo es instalada como parte de la estructura del fondo del pozo, ya sea en la parte final del pozo (a través de la zona productora) o en la fase de completamiento, de esta manera la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo restringe el paso de fluido NO deseado (agua y/o gas) para pozos de petróleo o fluido líquido (agua y/o condensado) para pozos de gas según corresponda el tipo de pozo (petróleo o gas).

El principio general de funcionamiento de la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo es el siguiente: el fluido presente en la cara del pozo pasa a través de una rejilla para control de sólidos, luego a una válvula cheque (válvula antirretorno), de allí, el del fluido es conducido a dos conductos, (Principal y Piloto). Cuando el fluido pasa a través del conducto piloto ocasiona unas caídas de presión, dos laminares y dos turbulentas. La caída de presión total es altamente dependiente de la viscosidad y densidad del fluido, esto nos da como resultado un diferencial de presión que permite identificar el fluido. Identificado el fluido, un pistón con o sin resorte (alambre o elemento de apoyo a tensión y/o compresión) permite (para petróleo) o No lo permite, es decir, cierra (para agua o gas) el ingreso del fluido del conducto principal hacia la sarta de producción.

El fluido que se encuentra en el reservorio a una presión P_1 (ya determinada) debe pasar por una rejilla de control de sólidos (también llamado Screen en la industria Oil and Gas). El Screen (1) se instala típicamente en la sección de producción del pozo para evitar que los sólidos entren. El fluido que ingrese por el Screen (1) se topará con la primera adaptación novedosa, la válvula cheque (2) (válvula antirretorno). Está válvula cheque permitirá el flujo en dirección yacimiento hacia sarta de producción, de modo que cuando el fluido intente tomar el sentido contrario se cierre la válvula cheque (2). Esta adaptación permite realizar con eficiencia el

proceso de controlar la presión de un pozo durante el proceso de corrida de los dispositivos dentro del pozo. Este proceso se realiza para contrarrestar la presión natural de los fluidos del subsuelo y evitar un descontrol o "reventón" del pozo, que podría resultar en un escape no controlado de petróleo, gas u otros fluidos. Así mismo, permite presurizar la tubería internamente para la activación de otros dispositivos del completamiento de pozo, como Packers hidráulicos.

Posteriormente de haber ingresado el fluido deseado o no deseado por la válvula cheque (2), este ingresa a una cámara (A) limitada exteriormente por la carcasa superior (3) e inferior (4). El fluido luego de depositarse en la cámara (A) puede ingresar por el conducto principal (F_m , m referente a *Main*) o el conducto secundario piloto (F_p , p referente a *Pilot*).

El fluido al pasar por el conducto piloto F_p se topa primero con un filtro (5) y una geometría adaptada del viscosímetro de Marsh Funnel (6), posteriormente pasa por un conducto tipo tubo capilar (7) para así obtener junto con el viscosímetro adaptado de Marsh Funnel una caída de presión asociada a un régimen laminar. Esta caída de presión asociada a un régimen laminar puede ser muy significativa de acuerdo con las condiciones y propiedades del fluido, principalmente viscosidad.

Terminada la caída de presión asociada a un flujo laminar, el fluido se encuentra con una geometría adaptada de la válvula Tesla (8) para obtener una caída de presión turbulenta. Esta caída de presión asociada a un régimen turbulento puede ser muy significativa de acuerdo con las condiciones y propiedades del fluido, principalmente densidad. Luego que el fluido atraviese la geometría adaptada de la válvula Tesla (8), se deposita en una cámara (B) para así establecer una presión P_2 controlada en el compartimiento. Esta presión P_2 resultante en la cámara (B) va estrictamente asociada a las caídas de presiones mencionadas anteriormente (aguas arriba) y en adicional va también asociada con las caídas de presión posteriores (aguas abajo) ya que luego el fluido tiene que atravesar un orificio (12) para así entrar a la sarta de producción. El fluido al atravesar el orificio (12) sufre una caída de presión hasta llegar a P_3 (Presión de la sarta de producción), esta caída de presión es asociada al régimen turbulento, que como ya se ha mencionado anteriormente, puede ser

muy significativa de acuerdo con las condiciones y propiedades del fluido, principalmente densidad.

En consecuencia, la presión P_2 en la cámara (B) está directamente relacionada con las caídas de presión aguas arriba y aguas abajo, esta presión P_2 , a su vez, varía de acuerdo con el tipo de fluido, si es deseado o no, puesto que los fluidos tienen diferentes propiedades (Viscosidad y densidad) y las geometrías de las diferentes caídas de presión tanto laminares como turbulentas se van a adaptar a dichas propiedades para que la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo sea capaz de identificar el fluido y accionar el pistón (9) (con o sin resorte, alambre o elemento de apoyo a tensión y/o compresión) ubicado en el conducto principal F_m para dar el ingreso o no ingreso del fluido a la sarta de producción. La identificación del fluido se hace por medio del diferencial de presión que se obtiene con cada fluido, desde la presión de reservorio P_1 hasta la presión P_2 de la cámara (B).

Para la identificación, el fluido atraviesa las partes de la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo, comenzando con presión del reservorio P_1 hasta la presión de la sarta de producción P_3 , a continuación se mencionan a detalle las partes que ocasionan las caídas de presiones fundamentales para la identificación del fluido: el viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6) proporciona una caída de presión de flujo laminar debido a su diseño y dimensiones, posteriormente pasa por un conducto tipo tubo capilar (7) con una sección transversal circular o cuadrada, esta geometría también proporciona una caída de presión de flujo laminar debido a su diseño y dimensiones. Pasada estas dos etapas de caída de presión, el fluido tiene una presión que seguidamente se va a reducir debido a la geometría adaptada de la válvula Tesla (8), que proporciona una caída de presión de flujo turbulento dado a su diseño y dimensiones, luego de esta etapa el fluido llega a la cámara (B) con una presión P_2 establecida por las caídas de presión aguas arriba y aguas abajo. Aguas abajo de la cámara (B) se encuentra un orificio (12) que debido a su diseño y dimensiones proporciona una caída de presión asociado a un régimen turbulento hasta llegar a la presión de sarta de producción P_3 . Las partes de la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo mencionadas anteriormente se configuran entre sí

para obtener las presiones necesarias P_2 de acuerdo con las propiedades de viscosidad y densidad de los fluidos deseados y no deseados, además de configurarse de acuerdo con las condiciones de presión del reservorio, es decir; el viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6) puede variar sus dimensiones de entrada, salida y longitud; el conducto tipo tubo capilar (7) puede tener distinta sección transversal, diámetro y longitud; la geometría adaptada de la válvula Tesla (8) puede tener distintos ángulos de inclinación, distintas etapas de obstrucción y variar sus dimensiones siempre y cuando no se pierda el concepto original; cámara (B) y orificio (12) pueden variar sus dimensiones.

Esta parte del diseño se justifica por la incorporación de innovadoras adaptaciones. La combinación del concepto proveniente de la industria Oil and Gas (viscosímetro de Marsh Funnel) y de la microfluídica (válvula Tesla) proporciona una solución única. En particular, se emplea el viscosímetro de Marsh Funnel, un dispositivo de medición ampliamente utilizado en la industria Oil and Gas para evaluar la viscosidad de los fluidos, esta incorporación nos permite obtener una caída de presión directamente asociada con la viscosidad y así tener más capacidad de identificación del fluido. Además, se integra la válvula de Tesla, una válvula pasiva reconocida por su capacidad de generar grandes caídas de presión en una corta longitud permitiendo así el paso de poco caudal. Al combinar estos dos conceptos, se logra una adaptación optimizada del sistema, mejorando la eficiencia y reduciendo largas longitudes que pueden tener algunas partes de la válvula. En relación con las demás invenciones existentes en la industria Oil and Gas, la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo se destaca principalmente por tener una caída adicional turbulenta con la geometría adaptada de válvula Tesla antes de entrar en contacto con la cámara que proporciona la presión al actuador móvil (donde se encuentran las piezas móviles de accionamiento como el pistón) proporcionando así una caída de presión más rápida (en consecuencia una respuesta más rápida), adicionalmente la válvula selectora de petróleo inteligente se distingue por utilizar el concepto del viscosímetro Marsh Funnel, que ofrece otra caída de presión laminar. Cabe resaltar que la incorporación de la válvula check incrementa la eficiencia en el control de la presión de un pozo de petróleo o gas.

A continuación, se detallarán los conceptos físicos que ocurren en la Válvula inteligente selectora de petróleo de acuerdo con de la mecánica de fluidos:

En un pozo, la presión del reservorio (presión de la formación) es mayor que la de la sarta de producción, lo que ocasiona un flujo. Este fenómeno se debe al principio fundamental de los fluidos, se desplazan de una región de alta presión a una de baja presión. La diferencia de presión entre el reservorio y la sarta de producción genera una fuerza que impulsa el fluido a moverse a lo largo del conducto. La Válvula Inteligente Selectora de Petróleo es instalada en medio del paso del fluido Reservorio-Sarta de producción para permitir el paso de los fluidos deseados.

La Válvula Inteligente Selectora de Petróleo cuenta con cuatro caídas de presiones fundamentales para la identificación de los fluidos (dos laminares y dos turbulentas). Como ya se ha mencionado anteriormente las partes en donde se tiene caídas de presión asociados a un régimen de flujo laminar son en el viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6) y en el conducto tipo tubo capilar (7). El viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6) cuenta con una geometría pequeña, plana y muy delgada, obligando a los fluidos a circular de manera laminar, distintas simulaciones realizadas con Fluidodinámica Computacional (Computational fluid dynamics, CFD) demostraron que los fluidos deseados y no deseados con ciertas propiedades adecuadas a las condiciones y propiedades fluidos de pozo cumplen con este régimen laminar al pasar a través del viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6). En el conducto tipo tubo capilar (7) es bien sabido por la industria y comunidad investigativa que este tipo de conducto al ser de sección transversal muy pequeño y larga longitud, al pasar fluido cumple con un régimen laminar.

En un régimen laminar, la pérdida de presión es mayormente asociada a un efecto viscoso y se puede calcular para una tubería cilíndrica de longitud L y diámetro uniforme D, esta caída de presión es determinada por la ecuación de Darcy-Weisbach que simplificándola se expresa como:

$$\Delta P_T = \frac{128 \cdot \mu \cdot Q \cdot L}{\pi \cdot D^4} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

μ : Viscosidad del fluido

Q : Caudal

L : Longitud

D : Diámetro

Todas las unidades son típicas y se deben manejar en el mismo sistema (Ingles, internacional etc.)

Con el avance de la tecnología computacional, es posible calcular caudales y presiones de fluidos bajo condiciones específicas mediante el uso de programas de Fluidodinámica Computacional (Computational Fluid Dynamics, CFD). Estos programas permiten simular y analizar el comportamiento de los fluidos en diversas aplicaciones industriales y científicas, proporcionando resultados precisos y detallados que facilitan el diseño y la optimización de sistemas de flujo. La capacidad de modelar situaciones complejas permite para este caso dimensionar y saber con más precisión las caídas de presión en viscosímetro adaptado de Marsh Funnel (6) y en el conducto tipo tubo capilar (7).

La Válvula inteligente selectora de petróleo cuenta en adicional con otras dos caídas asociadas al régimen de flujo turbulento, esta pérdida de presión es mayormente asociada a un efecto de la densidad, como ya se ha mencionado anteriormente estas son en la válvula Tesla adaptada (8) y en el orificio (12).

Las características de flujo en un fluido que fluye a través de un orificio o reductor se expresa como:

$$\Delta P_T = K \cdot \frac{8 \cdot \rho \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

K : coeficiente específico del orificio (adimensional)

ρ : Densidad del fluido

Q : Caudal

D : Diámetro

Todas las unidades son típicas y se deben manejar en el mismo sistema (Ingles, internacional etc.)

Tal como se indicó anteriormente, es posible calcular caudales y presiones de fluidos con simulaciones bajo condiciones específicas mediante el uso de programas de Fluidodinámica Computacional (Computational Fluid Dynamics, CFD) no solo para regímenes de flujo laminar sino que también para regímenes turbulentos, como los presentados en la válvula Tesla adaptada (8), que en estos casos el CFD tiene capacidad de modelar situaciones complejas y permitir para este caso dimensionar y saber con más precisión las caídas de presión. Los datos necesarios del orificio (12) además de poderse calcular directamente con la ecuación 2 también se puede estimar con CFD y así saber con más precisión las caídas de presión.

El petróleo generalmente tiene mayor viscosidad que el agua. La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido a fluir, y el petróleo, debido a su composición química, tiende a ser más viscoso que el agua. Esto significa que en situaciones donde hay una caída de presión en flujo laminar, el petróleo tiende a experimentar una mayor caída de presión que el agua.

Por otro lado, el petróleo generalmente tiene menor densidad que el agua. Esto significa que, en condiciones normales, el petróleo flota sobre el agua. La densidad del petróleo varía según su tipo y composición química. Los grados API (American Petroleum Institute) son una medida de la densidad del petróleo crudo y otros productos derivados del petróleo. Esta escala específica se utiliza para expresar la densidad relativa del petróleo en comparación con el agua.

Mayor °API: Indica un petróleo más ligero y menos denso. Por ejemplo, un petróleo crudo con 40° API es más ligero y menos denso que uno con 20° API.

Menor °API: Indica un petróleo más pesado y denso. Un petróleo crudo con 10° API es más denso que uno con 30° API.

Categorías generales:

Petróleo ligero: °API superior a 31.1

Petróleo medio: °API entre 22.3 y 31.1

Petróleo pesado: °API inferior a 22.3

Petróleo extrapesado: °API inferior a 10

El grado API está diseñado de tal manera que el agua, con una gravedad específica (SG) de 1, tiene un valor de 10° API, como el petróleo generalmente tiene menor densidad que el agua, esto significa que en situaciones donde hay una caída de presión en flujo turbulento, el petróleo tiende a experimentar una menor caída de presión que el agua.

En conclusión, las partes del conducto piloto la Válvula inteligente selectora de petróleo se configuran entre sí para obtener las presiones necesarias P_2 de acuerdo con las propiedades de viscosidad y densidad de los fluidos deseados y no deseados, además de configurarse de acuerdo con las condiciones de presión y temperatura del reservorio.

En lo que sigue de los conceptos físicos del funcionamiento detallado de la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo se describe a continuación el accionamiento del pistón (9):

Tomando como ejemplo el diseño (Figura 2) donde un pistón con resorte (10) (alambre o elemento de apoyo a compresión) es el que permite el ingreso o no ingreso del fluido a la sarta de producción. En este diseño, la válvula esta normalmente cerrada ya que el resorte (10) está comprimiendo el pistón (9). Conociendo la presión P_1 del reservorio y la presión P_3 de la sarta de producción, se configuran las 4 caídas de presión de manera que, cuando el fluido no deseado fluya hacia la cámara (B) la presión P_2 sea mayor en comparación con la presión P_2 generada cuando fluya el fluido deseado, para así con balance de fuerzas cerrar o

abrir (11) con el movimiento del pistón (P_2 fluido no deseado $>$ P_2 fluido deseado). Por física básica, cuando existe una presión sobre un área esta ejerce una fuerza y se expresa:

$$F = P \cdot A \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

P : Presión

A : Área

Todas las unidades son típicas y se deben manejar en el mismo sistema (Ingles, internacional etc.)

Partiendo de siguientes consideraciones:

- El pistón (9) en todos los casos de flujo de fluido deseado o no deseado, por una cara plana está sometida a la presión P_1 y por la otra cara plana está sometida a la presión P_2 .
- La presión P_1 se aproxima a la presión del reservorio con cualquier flujo de fluido deseado o no deseado, es decir tienen el mismo valor numérico P_1 .
- La presión P_2 siempre varía de acuerdo con el flujo de fluido deseado o no deseado.

Teniendo las consideraciones anteriores, la ecuación 3 y que en el diseño de la figura 2 se tiene un pistón con resorte (10) (alambre o elemento de apoyo a compresión). Según el balance de fuerzas (con un pistón que tiene la misma área en las dos caras planas) cuando una cara plana del pistón (9) está sometido a P_1 ejerciendo fuerza hacia la derecha y la otra cara plana está sometido a P_2 ejerciendo una fuerza hacia la izquierda más una fuerza de apoyo hacia la izquierda debido al resorte, ilustrado en la figura 3, se tiene que el pistón se traslada hacia a la izquierda cuando la presión P_2 disminuye.

La fuerza que ejerce el resorte (10) aumenta cuando el pistón (9) se desplaza hacia la izquierda, es decir, se comprime. Según la expresión general de fuerza de un resorte:

$$F_{resorte} = K \cdot \Delta x \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde:

K : constante elástica del resorte

Δx : distancia

Todas las unidades son típicas y se deben manejar en el mismo sistema (Ingles, internacional etc.)

A medida que el pistón (9) se va trasladando hacia la izquierda el resorte (10) va ejerciendo más fuerza, este movimiento se da porque la presión P_2 va disminuyendo hasta entrar en un estado estable.

En conclusión, se realiza la configuración de las 4 caídas de presión de manera que $P_{2 \text{ fluido no deseado}} > P_{2 \text{ fluido deseado}}$. Cuando el fluido no deseado fluya hacia la cámara (B) la presión P_2 sea alta y no se desplace el pistón, pero que cuando el fluido deseado fluya hacia la cámara (B) P_2 sea baja y se desplace el pistón, con el fin de no permitir o permitir el paso de fluido en (11) según el caso.

El pistón (9) no necesariamente se limita a tener la misma área en ambas caras planas ni estar equipado con un resorte (10), alambre, o cualquier elemento de apoyo a tensión y/o compresión para trasladarse y permitir el ingreso del fluido. El diseño de esta sección no restringe a los conceptos físicos ni el método descrito en la presente invención. El objetivo del pistón (9) es permitir o no permitir el flujo en un conducto por medio de una caída de presión proporcionada por los componentes ya descritos en esta invención.

Las palabras empleadas como superior o inferior, derecha e izquierda se utilizan para una mejor interpretación y no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención. Cabe destacar que la invención no se limita al material

específico o una geometría específica (con excepción del Marsh Funnel adaptado (6) y la válvula Tesla adaptada (8)), de resto cualquier elección de material y/o geometría es posible mientras que cumpla con los conceptos físicos y el método descrito en la presente invención, además, no se especifican los tipos de sellos ni las formas de unión entre las piezas, así como tampoco el método de ensamblaje de la Válvula Inteligente Selectora de Petróleo, ya que estos aspectos dependen exclusivamente del diseño de algunas partes sin afectar los principios fundamentales del método y dispositivo inventado.

Descripción de las figuras

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, una serie de dibujos con carácter netamente ilustrativos y no limitativos:

01. **Figura 1:** Muestra un boceto del concepto general del dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención.
02. **Figura 2:** Muestra una modalidad del dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención.
03. **Figura 3:** Muestra el boceto de un ejemplo general del mecanismo de apertura del flujo principal, no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención.
04. **Figura 4:** Muestra una segunda modalidad del dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención.
05. **Figura 5:** Muestra una vista exterior isométrica del dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, instalado en una sarta de producción.
06. **Figura 6:** Muestra una vista sin la pieza (3) isométrica del dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, instalado en una sarta de producción.
07. **Figura 7:** Muestra la vista isométrica de una válvula check o antirretorno (2) instalada en el dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención.

08. **Figura 8:** Muestra una vista de sección o corte de la válvula check o antirretorno (2) instalada en el dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención.
09. **Figura 9:** Muestra una vista isométrica del dispositivo de control de flujo con una de las modalidades de acuerdo con la invención.
10. **Figura 10:** Muestra la vista isométrica de una segunda válvula check o antirretorno (2) instalada en el dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención.
11. **Figura 11:** Muestra una vista de sección o corte de la segunda modalidad de la válvula check o antirretorno (2) instalada en el dispositivo de control de flujo de acuerdo con la invención, no debe interpretarse con carácter limitativo al diseño de la invención.
12. **Figura 12:** Muestra una vista de sección o corte de una de las múltiples modalidades que se pueden hacer de la pieza Válvula tesla adaptada (8).
13. **Figura 13:** Muestra una vista de sección o corte de una segunda de las múltiples modalidades que se pueden hacer de la pieza Válvula tesla adaptada (8).
14. **Figura 14:** Muestra una vista de la integración de la patente en el fondo de pozos y como puede estar conectada con válvulas adicionales. También se evidencia el comportamiento por densidad que pueden tener los fluidos (petróleo y agua) y a medida que se realiza el proceso de extracción.
15. **Figura 15:** Muestra una vista de la integración de la patente en el fondo de pozos y como puede estar conectada con válvulas adicionales. También se evidencia el comportamiento por densidad que pueden tener los fluidos y gases (petróleo y gas), a medida que se realiza el proceso de extracción.
16. **Figura 16:** Muestra una vista de la integración de la patente en el fondo de pozos y como puede estar conectada con válvulas adicionales. También se evidencia el comportamiento por densidad que pueden tener los fluidos y

gases (petróleo, agua y gas), a medida que se realiza el proceso de extracción.

17. Figura 17: Muestra una vista de la integración de la patente en el fondo de pozos y como puede estar conectada con válvulas adicionales. También se evidencia el comportamiento por densidad que pueden tener los fluidos y gases (agua y gas), a medida que se realiza el proceso de extracción.

La figura 1 ilustra un boceto del concepto general del dispositivo de control de flujo conforme a la invención. En esta figura se encuentran representadas todas las partes de la invención, proporcionando una visión integral de su estructura y funcionamiento.

Las figuras 2 y 4 presentan modalidades del dispositivo de control de flujo conforme a la invención. Es importante destacar que estas representaciones no deben interpretarse de manera limitativa respecto al diseño de la invención, siempre y cuando no interfieran con los conceptos utilizados y métodos descritos en la misma.

En la figura 3 se muestra un boceto ejemplar del mecanismo de apertura del flujo principal. Este boceto ofrece una representación general del funcionamiento de esta parte de la invención, ilustrando cómo se controla el flujo a través del mecanismo. Es importante aclarar que esta figura se proporciona a modo de ejemplo y no debe interpretarse como una limitación al diseño de la invención. Las variaciones en el diseño que no interfieran con los principios y métodos descritos en la presente invención siguen siendo válidas y forman parte del alcance de la misma.

Las figuras 5 y 6 muestran vistas isométricas del dispositivo de control de flujo conforme a la invención, instalado en una sarta de producción. Estas vistas proporcionan una representación tridimensional de la invención, permitiendo una comprensión más clara de su integración y funcionamiento dentro de la sarta de producción.

Las figuras 7, 8, 10 y 11 muestran unas vistas isométricas y unas vistas en sección o corte de las válvulas check o antirretorno (2) instalada en el dispositivo de control de flujo conforme a la invención. Estas representaciones detallan la ubicación y

características generales de la válvula dentro del dispositivo. Es importante destacar que estas figuras se proporcionan como ejemplos ilustrativos y no deben interpretarse de manera limitativa respecto al diseño de la invención.

La figura 9 muestra la vista isométrica de una posible modalidad del dispositivo de control de flujo conforme a la invención. Esta vista proporciona una representación tridimensional detallada. Es importante destacar que esta representación no debe interpretarse de manera limitativa respecto al diseño de la invención, siempre y cuando no interfieran con los conceptos utilizados y métodos descritos en la misma.

Las figuras 12 y 13 muestran una vista en sección o corte de las múltiples modalidades posibles de la pieza denominada válvula Tesla adaptada (8). La geometría adaptada de la válvula Tesla (8) puede incorporar distintos ángulos de inclinación, varias etapas de obstrucción y variar sus dimensiones, siempre y cuando no se pierda el concepto original de la Válvula Tesla.

Las figuras 14, 15, 16 y 17 presentan vistas detalladas de la integración de la patente en el fondo de pozo y su conexión con válvulas adicionales. Además, se ilustra el comportamiento de los fluidos y gases (agua, petróleo y gas) según su densidad durante el proceso de extracción. Estas figuras demuestran cómo se puede implementar el dispositivo de control de flujo en un entorno real de producción, destacando la interacción dinámica entre los distintas Válvulas inteligentes selectoras de petróleo y los fluidos involucrados.

Mejor manera de realizar la invención:

En lo establecido en este documento, se logra mediante la combinación y trabajo conjunto de las todas las piezas. En las piezas se han incorporado precauciones y cuidados para su funcionamiento exitoso. La agrupación, dimensiones, materiales y posición de ensamblaje pueden variar en función del proceso de fabricación. La instalación de las Válvulas Inteligentes Selectoras de Petróleo (Smart Oil Selector Valve) con sarta de producción se asemeja al método empleado en las instalaciones actuales.

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 del invento.

Los términos en que se ha redactado esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.