

Señores

Superintendencia de Industria y Comercio

Dirección de Nuevas Creaciones

E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

**No. 11-052177- -00005-0000**

Fecha: 2013-05-21 15:22:22 Dep. 2020 DIR.NUEVASOR
 Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
 Act. 523 RESPUESTA Folios: 38

Ref: Expediente No. 11-52177

**Solicitud de registro de patente de invención denominada
 “APARATO DE CONTROL DEL FLUJO CON UN
 DESVIADOR MÓVIL DE FLUJO”**

Solicitante: HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

Yo **Luz Helena Adarve Gómez**, identificada como aparece al pie de mi firma, y obrando en mi condición de apoderado de **HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.**, solicitante de la patente en referencia, a continuación doy respuesta al Oficio **No. 2553** que fue notificado por fijación en lista el 19 de Febrero de 2013.

1. Respecto al título

El Examinador considera que el título no corresponde con el objeto de la solicitud porque en las reivindicaciones solo se hace referencia a un aparato de control de flujo de fluidos.

Con el fin de superar la objeción anterior, el título fue modificado por: “APARATO DE CONTROL DEL FLUJO CON UN DESVIADOR MÓVIL DE FLUJO”.

2. Respecto a las Objeciones a la Claridad y Concisión de las reivindicaciones (Art. 30 D486 y Art 22 PCT).

En el numeral 4 del oficio No. **2553**, se presentan las siguientes objeciones a la claridad de las reivindicaciones:

- *Las reivindicaciones 1 a 39 no son concisas, ya que se reclaman las mismas características técnicas en diferentes reivindicaciones de la siguiente manera: a) la reivindicación independiente 26 está contenida en la reivindicación independiente 1, b) las reivindicaciones dependientes 2 y 27; 3 y 28; 4 y 29; 5 y 30; 6 y 31; 8 y 32; 20 y 35; 21 y 36 reclaman idénticas características técnicas respectivamente. Como ejemplo: las reivindicaciones 1 y 26: “un aparato de control de flujo de fluidos para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se*

extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para hacer fluir un fluido a través de este, el fluido teniendo una densidad la cual cambia con el tiempo, el aparato comprende: una carcasa de herramienta; un ensamble de válvula que tiene una carcasa de válvula con al menos una entrada y al menos una salida; un desviador de fluido móvil posicionado en la carcasa de herramienta, el desviador de fluido accionado por el cambio en la densidad del fluido, el desviador de fluido es móvil para restringir el flujo de fluido a través de al menos una entrada de válvula en respuesta a un cambio en la densidad del fluido” y “un aparato de control de flujo de fluidos para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea el tubo de extracción de petróleo para que un fluido fluya a través de este, el fluido teniendo una densidad, el aparato comprende: un desviador de fluido móvil en respuesta a los cambios en la densidad del fluido; el flujo de fluido siguiendo una trayectoria de flujo del fluido, en donde el movimiento del desviador de fluido cambia la trayectoria de flujo de fluido; y un ensamble de válvula para restringir el flujo de fluido, el ensamble de válvula teniendo una posición abierta y cerrada, en donde el cambio en la trayectoria de flujo de fluido cambia la posición del ensamble de válvula”. Se le sugiere al solicitante incluir todas las características técnicas de la invención en una única reivindicación independiente; para facilitar la comprensión de las características técnicas a proteger se sugiere redactar las reivindicaciones independientes de acuerdo con la estructura “preámbulo-enlace gramatical-parte característica” e incluir entre paréntesis () los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos.

- Las reivindicaciones 1, 7, 10, 11, 14, 20, 21, 22, 23, 35, 36, 38, 40 y 46 no son claras porque contienen expresiones que no permiten una comparación con el estado de la técnica de la siguiente manera: las reivindicaciones 1, 11, 14, 38 y 40 incluyen el término “al menos”, la reivindicación 7 incluye el término “de manera operable”, las reivindicaciones 10, 20, 21, 23, 35 y 36 incluyen el término “operable”, la reivindicación 22 incluye el término “menos”, la reivindicación 41 incluye el término “longitudinalmente” y la reivindicación 46 incluye el término “radialmente”.
- La reivindicación 10 no es clara porque menciona un segundo ensamble de válvula, pero en la línea 3 hace referencia a un ensamble de válvula que podría ser el ensamble de válvula de la Reiv. 1 o de la Reiv. 10.

- Las reivindicaciones 15 a 18 no se encuentran sustentadas en la descripción porque el ensamble selector de orientación no se describe claramente. Se sugiere incorporar este elemento a la descripción para dar soporte. Esta modificación no supone ampliación puesto que las reivindicaciones iniciales se presentaron con la descripción (Art. 26 D 486).
- Las reivindicaciones 1, 20, 26, 33, 35 y 47 indican resultados a obtener durante el funcionamiento del aparato de control de flujo de fluidos, lo cual no es permitido. Como ejemplo, la reivindicación 1 incluye "...el desviador de fluido es móvil para restringir el flujo de fluido a través de al menos una entrada de válvula en respuesta a un cambio en la densidad del fluido"; las reivindicaciones 20 y 35 incluyen "...para cambiar la relación del flujo de fluido entre la primera y segunda entradas en respuesta al cambio de la densidad del fluido"; la reivindicación 26 incluye "...en donde el movimiento del desviador de fluido cambia la trayectoria de flujo del fluido...y...el cambio en la trayectoria de flujo de fluido cambia la posición del ensamble de válvula"; la reivindicación 33 incluye "...el movimiento alrededor del eje rotacional cambiando la trayectoria flujo de fluido" y la reivindicación 47 incluye "...el movimiento radial de los miembros de balanza provoca el movimiento longitudinal del miembro de restricción".

Con el fin de superar las objeciones presentadas con respecto a la claridad y concisión de las reivindicaciones, **es deseo del solicitante presentar un nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 14 reivindicaciones**, que encuentran su debido sustento en las reivindicaciones y la descripción originalmente presentadas, sin que ello conlleve ampliación de la invención.

A continuación se explicará cómo este nuevo capítulo reivindicatorio busca superar cada una de las objeciones de claridad expuestas previamente:

- Con el fin de presentar un capítulo reivindicatorio conciso, se redujo el número de reivindicaciones a 14, en donde en ninguna son repetidas las características del aparato.
- Con el fin de superar las objeciones hechas por las expresiones imprecisas, fueron implementadas las siguientes modificaciones:
 - Reivindicaciones 1 y 11: El término "al menos" fue eliminado.
 - La reivindicación 7 fue eliminada.
 - Reivindicaciones 10, 20, 21 y 23: El término "operable" fue eliminado.
 - Reivindicación 22: El término "menos" fue eliminado.
 - Las reivindicaciones 41 y 46 fueron eliminadas.

- El ensamble de válvula (200) al que se hace referencia en la reivindicación 10, es el mismo ensamble de válvula al que nombra en la reivindicación 1.
- Las reivindicaciones 15 a 18, fueron eliminadas del capítulo reivindicatorio modificado.
- Con respecto a los fragmentos del capítulo reivindicatorio que indican un resultado a obtener:
 - o Reivindicación 1: *"...el desviador de fluido es móvil para restringir el flujo de fluido a través de la entrada de válvula en respuesta a un cambio en la densidad del fluido"*. Aunque el Examinador considere que este fragmento hace referencia a un resultado de la invención, es relevante mencionar que se han hecho modificaciones a la redacción del mismo y que es fundamental para la invención caracterizar el desviador de fluido como móvil ante un cambio en la densidad del fluido.
 - o Reivindicación 20: *"...para cambiar la relación del flujo de fluido entre la primera y segunda entradas en respuesta al cambio de la densidad del fluido"*. Con respecto a este fragmento, también se han hecho modificaciones en su redacción. Sin embargo es fundamental para la invención dejar claro en las reivindicaciones que el desviador actúa con el cambio de la densidad en el fluido.

3. Respecto a las Objeciones a la Claridad de la memoria descriptiva (Art. 28 D486).

- En el folio 24, línea 26 se hace referencia a un ensamble de válvula Venturi de presión (200) observado en las Figs. 2-7; pero en el folio 17, línea 26 se hace referencia únicamente a un ensamble de válvula; se debe usar una sola expresión para identificar el elemento mencionado para facilitar la comprensión de las características técnicas a proteger.
- En el folio 27, líneas 21, 25 y 29 y en el folio 28, línea 2 se hace referencia a las Figs. 16 a 18 como dibujos esquemáticos que muestran el efecto de flotabilidad sobre objetos de volumen y densidad diferentes sumergidos en fluidos diferentes; pero la descripción dada corresponde a las Figs. 18 a 20.
- En el folio 28, líneas 6 y 16 se hace referencia a las Figs. 19 y 20 como dibujos esquemáticos del desviador (301) que ilustra las posiciones y la flotabilidad relativa del desviador en fluidos de diferentes densidades relativas; pero la descripción dada corresponde a las Figs. 16 y 17.

- En el folio 30, líneas 10, 15 y 24 se hace referencia a la Fig. 15 para mencionar características del aparato de control de flujo de fluidos; pero la Fig. 15 corresponde a un esquema que ilustra los principios de flotabilidad.
- En el folio 31, línea 8 se hace referencia a un contrapeso (601) que no está referenciado en ninguna de las figuras.
- En el folio 31, línea 20 se hace referencia a la Fig. 17 para mencionar características del miembro de válvula de control de flujo (702); pero en la Fig. 17 es un dibujo esquemático que ilustra el efecto de la flotabilidad de los objetos de densidad y volumen diferentes sumergidos en el fluido de gas natural.
- En el folio 34, línea 13 se hace referencia a la Fig. 20 para mencionar características del miembro de válvula (822); pero en la Fig. 20 es un dibujo esquemático que ilustra el efecto de la flotabilidad de los objetos de densidad y volumen diferentes sumergidos en petróleo.
- En los folios 35 y 36, línea 9 se hace referencia a un miembro rotacional (906) que no está referenciado en ninguna de las figuras.
- Se debe revisar la concordancia de la breve descripción de los dibujos en la descripción y las figuras.

A continuación se explicará cómo este nuevo capítulo descriptivo busca superar cada una de las objeciones de claridad expuestas previamente:

- En el Folio 24, línea 26: el número 200 fue eliminado.
- En el folio 27, líneas 21, 25 y 29 y en el folio 28, línea 2: Se modificó la redacción para hacer la respectiva corrección.
- En el folio 28, líneas 6 y 16: Se modificó la redacción para hacer la respectiva corrección.
- En el folio 30, líneas 10, 15 y 24: Se reemplazó el número 15 por 21.
- En el folio 31, línea 8: El número 601 fue eliminado.
- En la memoria descriptiva, fue modificado el fragmento de "Figura 17" a "Figura 23".
- En la memoria descriptiva, fue modificado el fragmento de "Figura 20" a "Figura 26".
- La referencia del miembro rotacional, fue modificada de 906 a 904.

4. Con respecto a la Unidad de invención (Art. 25 D 486)

El Examinador considera que la solicitud no cumple con el requisito de unidad de invención porque se refiere a 4 grupos inventivos.

Con el fin de superar la objeción hecha por el Examinador, se procederá a mantener en esta solicitud únicamente el Grupo I (Reivindicaciones 1 a 4, 8 a 11 y 19 a 25), el cual hace referencia al “Aparato de control de flujo de fluidos con desviador móvil de fluido que pivota asociado a la densidad del fluido”.

Sin embargo, es fundamental mencionar que el Solicitante se reserva el derecho de presentar las demás solicitudes divisionales.

5. Con respecto a la Determinación del Estado de la Técnica y al Examen de Patentabilidad

Novedad

En los numerales 6, 7 y 8 del oficio citado, ese Despacho concluye que la reivindicación 1 de la presente solicitud de patente carece de novedad frente a las enseñanzas del documento **US 2009/0133869 A1 (D1)**.

El señor Examinador considera que la novedad de la presente invención, en la reivindicación 1, está afectada debido a que D1 revela todas las características esenciales de la invención. En este sentido, el Examinador presenta la siguiente comparación:

Características esenciales	D1
Un aparato de control de flujo Un tubo de extracción de petróleo El fluido tiene una densidad que cambia con el tiempo	Un dispositivo de control de producción (100) para controlar el flujo de fluidos Una sarta de tubería (22) Este control de flujo puede ser una función de una o más características o parámetros del fluido de formación, incluyendo contenido de agua, la velocidad del fluido, contenido de gas, etc. (Fig. 3, Pág. 4, Pág. 8, Párr. 0019 y 0022)
Una carcasa de herramienta (120)	Un tubular (104) o una sarta de tubería (22)

	(Fig. 1, Pág. 2; Pág. 8, Párr. 0022)
Un ensamble de válvula (200) Una carcasa de válvula (202) Una entrada (204) o (206) Una salida (208)	Un dispositivo de control de flujo (200) (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 8, Párr. 0025) Una carcasa (206) (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 8, Párr. 0025) Un puerto (208) y una abertura (210). (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 9, Párr. 0025)
Un desviador de fluido móvil (101) En la carcasa de herramienta (120) Accionado por el cambio de la densidad del fluido Es móvil	Un manguito de traslación (202) y un elemento de desviación (204). (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 8, Párr. 0025) Formado en una carcasa interior o mandril (212). (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 9, Párr. 0025) Se desliza entre una posición abierta y cerrada en respuesta a un cambio en la concentración de agua, o el corte de agua, en el fluido. (Fig. 4a y 4B; Pág. 5; Pág. 9, Párr. 0026)

Para superar los argumentos presentados por el Examinador, se ha modificado la reivindicación 1 para enfatizar las características esenciales de la presente invención que la hacen claramente diferente de la definida en D1, sin que haya lugar a ampliación de materia, pues dichas características se encontraban divulgadas en la solicitud inicialmente presentada. A continuación ilustramos la nueva reivindicación 1:

1. Un aparato de control de flujo de fluidos (525) para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para hacer fluir un fluido a través de este, el fluido teniendo una densidad la cual cambia con el tiempo, el aparato que comprende:

una carcasa (120) de herramienta;

un ensamble de válvula (200) que tiene una carcasa de válvula (202) con una entrada (204, 206) y una salida (208);

un desviador de fluido (301) de flotabilidad variable que responde a cambios en la densidad del fluido, el desviador de fluido (301) posicionado en la carcasa de herramienta (120) que se desplaza entre una posición próxima a la entrada (204, 206), restringiendo el flujo a través del mismo, y una posición abierta

en donde,

el desviador de fluido (300) es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.

Como es posible observar en la nueva reivindicación 1, la siguiente característica (que antes pertenecía a la reivindicación 2) fue incluida en esta:

en donde,

el desviador de fluido (300) es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.

Dado que en la acción oficial respectiva, el Examinador considera que la anterior reivindicación 2 posee novedad y nivel inventivo frente al estado de la técnica (D1), al ser incluida en la nueva reivindicación 1, la objeción por novedad puede darse por superada.

Sin embargo, con el fin de dar a entender de mejor manera la novedad de esta solicitud, se provee la siguiente explicación:

D1 presenta un “miembro de control de flujo móvil entre la posición abierta y la posición cerrada en respuesta a un cambio en la fuerza de arrastre que es aplicada a un flujo de fluido” (Resumen). Los miembros de control de flujo móvil “actúan por medio de un cambio en la fuerza de arrastre generado por el Flujo de Couette” (Párr. 0023). “Un espacio de flujo 214” o “vacío” es formado entre dos superficies, una “la cual es libre para moverse, y... una que es estacionaria...”. El espacio de flujo es “seleccionado para causar un flujo de Couette que aplica una fuerza de arrastre sobre” el miembro móvil. “La magnitud de la fuerza de arrastre varía con la composición del fluido que fluye en el espacio de flujo 214... Por ende, el flujo de fluidos viscosos, tales como el aceite, generan una mayor fuerza de arrastre... que el flujo de fluidos no viscosos como el agua. La manga 212 puede ser un miembro tubular, un plato plano o cualquier otro cuerpo u objeto que presenta una superficie y un espacio de flujo adecuado para permitir el uso del Flujo de Couette” (Párr. 0025).

Sin embargo, D1 es silente sobre la densidad del fluido o cambios de densidad en el fluido dado que D1 opera bajo el principio de cambios en la fuerza de arrastre,

como consecuencia del uso de los principios del flujo de Couette. El flujo de Couette es el flujo laminar de un fluido viscoso entre platos. Cambios en la densidad y viscosidad del fluido no son equivalentes, puesto que dos aceites podrían tener valores de viscosidad similares pero valores diferentes para su densidad. Con lo que se puede concluir que el aparato en D1 y el de la presente invención no operan bajo el mismo principio.

Ahora bien, la presente invención (modificada), requiere un cambio en la flotabilidad del desviador de fluido móvil en respuesta a una variación en la densidad del fluido. Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que la nueva reivindicación 1 es novedosa frente a D1, dado que esta primera requiere un movimiento del desviador en respuesta a un cambio en la densidad del fluido, lo cual no tendría ningún efecto técnico en el aparato ilustrado en D1 y por el contrario, un cambio en la viscosidad del fluido, no tendría ningún efecto sobre el aparato de la presente invención.

Considerando los argumentos anteriores y las modificaciones hechas al capítulo reivindicatorio, es posible concluir que las objeciones con respecto a novedad y nivel inventivo pueden darse por superadas.

6. Conclusión

Las modificaciones realizadas a las reivindicaciones de la presente solicitud de patente y las aclaraciones presentadas a lo largo del presente escrito, permiten superar completamente las objeciones realizadas a la claridad de las reivindicaciones, por lo cual, la presente solicitud cumple a cabalidad las exigencias establecidas por el artículo 30 de la Decisión 486 y el artículo 22 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT, según los requerimientos del examinador.

De otra parte, los argumentos expuestos en el numeral 5 del presente escrito, ponen de manifiesto de una manera clara y contundente, que lo revelado en las nuevas reivindicaciones de la presente solicitud, resulta completamente NOVEDOSO E INVENTIVO sobre las enseñanzas del estado del arte más cercano representado por los documentos D1, toda vez que nada dentro de dicho documento revela en forma directa o al menos llega a sugerir el aparato de control del flujo con un desviador móvil de flujo, descrito en la invención. Por consiguiente, no se puede derivar la inexistencia de los requisitos de ley para la concesión del privilegio de patentabilidad.

En consecuencia, me permito solicitar a ese Despacho, proceder con la revisión de las modificaciones y de los argumentos aquí presentados, para conceder el privilegio de patente solicitado para la materia objeto de las 14 reivindicaciones ahora presentadas en el capítulo reivindicatorio modificado, y que de subsistir alguna duda o inquietud con respecto a la patentabilidad de la presente invención, a pesar de las modificaciones y argumentos técnicos ahora presentados, sin apartarse del espíritu inventivo originalmente revelado en la solicitud internacional, se le brinde la oportunidad al solicitante de aclararla o de limitar aún más la invención, mediante la emisión de un segundo examen de fondo, teniendo en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio que se somete a revisión, antes de que se emita una decisión definitiva por parte de ese Despacho, de conformidad con lo dispuesto en 1.2.2.5.1 del artículo primero de la Resolución 54093 de 2012.

7. Anexos

- Capítulo reivindicatorio modificado, en donde se han llevado a cabo las modificaciones mencionadas anteriormente.
- Sustitución conferida a mí por el Doctor Darío Cárdenas Navas.

8. Petición

Solicito al Despacho que proceda a emitir un segundo examen de fondo sobre el nuevo capítulo reivindicatorio, en el evento en que el examinador considere que pese a las modificaciones presentadas, aún persisten las objeciones planteadas.

Atentamente,



Luz Helena Adarve Gómez
C.C. 41.575.435 de Bogotá
T. P. 14.884 del CSJ

NPV
f. p-568

4

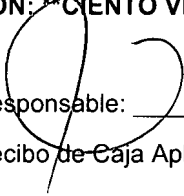
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0048909
		Bogotá D.C., Mayo 21 de 2013 - 15:10:38

RECIBIDO DE : CARDENAS & CARDENAS ABOGADOS PI LTDA					NI 830.083.491	
*** Soporte del Pago ***						
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO	
RECIBO DE CA	999999999	43221	08/05/2013		320.000.00	

*** Conceptos Pagados ***				
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
4	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	30.000.00	120.000.00
				\$120.000.00
			=====	

SON: **CIENTO VEINTE MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable:  _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-052177- -00005-0000
Fecha: 2013-05-21 15:22:22 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 38

Señores
Superintendencia de Industria y Comercio
Dirección de Nuevas Creaciones
E. S. D.

Ref.Expediente No 11-52177

**Solicitud de registro de patente de invención denominada
"APARATO DE CONTROL DEL FLUJO CON UN DESVIADOR
MÓVIL DE FLUJO"**

Solicitante: HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.

Darío Cárdenas Navas, identificado como aparece al pie de mi firma y obrando en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante del proceso de la referencia, manifiesto a ese Despacho que **sustituyo** el poder a mí conferido a favor de los doctores **Luz Helena Adarve Gómez o Juanita Acosta Gómez o Ana María Ruiz**, mayores de edad y vecinos de esta ciudad para que cualquiera de ellos continúe actuando en el proceso de la referencia. **Ratifico todo lo actuado dentro de este expediente por los apoderados aquí designados.**

Los apoderados aquí designados están ampliamente facultados para abonar todos los impuestos y efectuar cualquier otro pago determinado por la ley, para recibir documentos, valores, notificarse, transigir, someter a árbitros, desistir, renunciar, sustituir el presente mandato y revocar dichas sustituciones.

Atentamente,



Darío Cárdenas Navas
C.C. 17.066.629 de Bogotá
T.P. 1.250 del CSJ ^{NR}

Nuevo Capítulo Reivindicatorio con Marcas de Corrección

1. Un aparato de control de flujo de fluidos (525) para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para hacer fluir un fluido a través de este, el fluido teniendo una densidad la cual cambia con el tiempo, el aparato que comprende:
una carcasa (120) de herramienta;
un ensamble de válvula (200) que tiene una carcasa de válvula (202) con ~~al menos una entrada (204, 206)~~ y ~~al menos una salida (208)~~;
un desviador de fluido (301) ~~móvil de flotabilidad variable que responde a cambios en la densidad del fluido, el desviador de fluido (301) posicionado en la carcasa de herramienta (120) que se desplaza entre una posición próxima a la entrada (204, 206), restringiendo el flujo a través del mismo, y una posición abierta el desviador de fluido accionado por el cambio en la densidad del fluido, el desviador de fluido que es móvil para restringir el flujo de fluido a través de al menos una entrada de válvula en respuesta a un cambio en la densidad del fluido~~
en donde,
el desviador de fluido (300) es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.
2. ~~Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador de fluido es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.~~
32. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador de fluido (300) se mueve entre una primera y una segunda posición, y en donde el desviador de fluido (300) es presionado hacia una primera posición por un miembro de presión.
34. Un aparato como el de la reivindicación 3 en donde el miembro de presión es un mecanismo de resorte.
5. ~~Un aparato como el de la reivindicación 3 en donde el miembro de presión es un contrapeso.~~
6. ~~Un aparato como el de la reivindicación 5 en donde el contrapeso tiene una densidad diferente de la densidad del desviador de fluido.~~
7. ~~Un aparato como el de la reivindicación 6 en donde el contrapeso se conecta de manera operable al desviador de fluido.~~
48. Un aparato como el de la reivindicación 3 en donde el desviador de fluido (300) tiene una densidad mayor que la densidad del fluido durante el funcionamiento del aparato, el mecanismo de presión compensando la densidad del desviador (300) y permitiendo que el desviador (300) sea accionado por los cambios de densidad en el fluido.
59. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador de fluido (300) móvil gira.
610. Un aparato como el de la reivindicación 9 en donde el desviador de fluido (300) comprende un segundo ensamble de válvula, en donde el brazo desviador (102) ~~es operable para restringir pivota, restringiendo~~ el flujo a través de una ~~la~~ entrada de un ensamble de válvula (200).

711. Un aparato como el de la reivindicación 9 en donde al menos una entrada del el ensamble de válvula (200) comprende una primera entrada (204) y una segunda entrada (206), y en donde el desviador de fluido (300) rota entre una primera posición en la cual el desviador de fluido (300) restringe el flujo de fluido hacia la primera entrada (204) y la segunda posición en la cual el desviador de fluido (300) restringe el flujo de fluido hacia la segunda entrada (206).

12. ~~Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador rota alrededor de un eje longitudinal.~~

13. ~~Un aparato como el de la reivindicación 12 en donde el desviador de fluido rota hasta una pluralidad de ángulos rotacionales, y en donde la restricción del flujo de fluido se relaciona con el ángulo rotacional del desviador de fluido.~~

14. ~~Un aparato como el de la reivindicación 12 que comprende además un segundo ensamble de válvula, cada ensamble de válvula teniendo al menos una entrada y al menos una salida, el desviador de fluido que es operable para restringir el flujo dentro de ambas entradas de los ensambles de válvula cuando el desviador de fluido está en la posición cerrada.~~

15. ~~Un aparato como el de la reivindicación 1 que comprende además un ensamble selector de orientación para orientar el ensamble de válvula en el pozo.~~

16. ~~Un aparato como el de la reivindicación 15 en donde el ensamble selector de orientación utiliza la gravedad para orientar el ensamble de válvula.~~

17. ~~Un aparato como el de la reivindicación 15 que comprende además un estabilizador para mantener el ensamble de válvula en su orientación.~~

18. ~~Un aparato como el de la reivindicación 16 en donde el estabilizador comprende un elastómero hinchable.~~

498. Un aparato como el de la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de control de afluencia (350), y en donde la válvula de entrada está en comunicación de fluido con el dispositivo de control de afluencia (350).

209. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además la primera (204) y segunda (206) entradas separadas, y en donde el desviador de flotabilidad variable (300) es móvil es operable para cambiar la relación del flujo de fluido entre posiciones próximas de la primera (204) y segunda (206) entradas en respuesta al cambio de la densidad del fluido.

2104. Un aparato como el de la reivindicación 20 en donde el cambio en la relación de flujo de fluidos entre la primera (204) y segunda (206) entrada acciona es operable para accionar un miembro de la válvula (212) móvil en el ensamble de válvula (200).

2112. Un aparato como el de la reivindicación 21 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además un cámara de válvula (210) en comunicación de fluido con las entradas de válvulas (204, 206) y la salida de válvula (208), la cámara de válvula (210) alojando un miembro de la válvula (212) móvil entre una posición

abierto y una posición cerrada, en donde el flujo de fluido a través de la salida de válvula (208) se restringe, y una posición abierta, en donde flujo de fluido a través de la salida de válvula se restringe menos.

2123. Un aparato como el de la reivindicación 22 en donde el miembro de válvula (212) es un brazo de válvula giratorio (218) que tiene un extremo próximo a la salida de válvula (208) y es operable para restringir el flujo a través de la salida.

2134. Un aparato como el de la reivindicación 21 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además un conversor Venturi de presión.

2145. Un aparato como el de la reivindicación 24 en donde el conversor venturi de presión comunica la presión al miembro de válvula (200) accionando de esta manera el miembro de válvula (200).

26. Un aparato de control de flujo de fluidos para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para que un fluido fluya a través de éste, el fluido teniendo una densidad, el aparato que comprende:
 — un desviador de fluido móvil en respuesta a los cambios en la densidad del fluido;
 — el flujo de fluido siguiendo una trayectoria de flujo de fluido, en donde el movimiento del desviador de fluido cambia la trayectoria de flujo de fluido; y
 — un ensamble de válvula para restringir el flujo de fluido, el ensamble de válvula teniendo una posición abierta y cerrada, en donde el cambio en la trayectoria de flujo de fluido cambia la posición del ensamble de válvula.

27. Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el desviador de fluido es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.

28. Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el desviador de fluido es presionado hacia una primera posición por un miembro de presión.

29. Un aparato como el de la reivindicación 28 en donde el miembro de presión es un mecanismo de resorte.

30. Un aparato como el de la reivindicación 28 en donde el miembro de presión es un contrapeso.

31. Un aparato como el de la reivindicación 30 en donde el contrapeso tiene una densidad diferente de la densidad del desviador de fluido.

32. Un aparato como el de la reivindicación 28 en donde el desviador de fluido tiene una densidad mayor que la densidad del fluido durante el funcionamiento del aparato, el mecanismo de presión que compensa la densidad del desviador y que permite que el desviador sea accionado por los cambios de densidad en el fluido.

33. Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el desviador de fluido es móvil rotando alrededor de un eje rotacional, el movimiento alrededor del eje rotacional cambiando la trayectoria flujo de fluido.

34. Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el desviador de fluido es móvil girando alrededor de un pivote.

35. — Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el ensamble de válvula comprende además la primera y segunda entradas separadas, y en donde el desviador es operable para cambiar la relación flujo de fluido entre la primera y segunda entradas en respuesta al cambio de la densidad del fluido.
- 5 36. — Un aparato como el de la reivindicación 35 en donde el cambio en la relación de fluido es operable para accionar un miembro de la válvula en el ensamble de válvula.
37. — Un aparato como el de la reivindicación 26 en donde el aparato comprende además una carcasa, el desviador de fluido se monta de manera móvil en la carcasa, la trayectoria de flujo de fluido se define por el flujo de fluido a lo largo de la carcasa y es adyacente al desviador de fluido.
- 10 38. — Un aparato como el de la reivindicación 37 en donde el ensamble de válvula comprende al menos una entrada y al menos una salida, y en donde la trayectoria de flujo de fluido se define en parte por al menos una entrada y salida.
- 15 39. — Un aparato como el de la reivindicación 37 en donde el desviador de fluido es móvil a partir de una primera posición adyacente a una primera entrada de ensamble de válvula y una segunda posición adyacente a una segunda entrada de ensamble de válvula.
- 20 40. — Un aparato de control de flujo de fluidos para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para que un fluido fluya a través de éste, el aparato que comprende:
un miembro tubular que define un conducto para que el fluido fluya a través de éste;
un ensamble de válvula que tiene al menos una entrada;
25 un ensamble de control de flujo montado para movimiento rotacional en el miembro tubular, el flujo de fluido impartiendo una rotación al ensamble de control de flujo;
el ensamble de control de flujo que tiene un miembro de restricción para restringir el flujo a través de la entrada del ensamble de válvula.
- 30 41. — Un aparato como el de la reivindicación 40, el miembro de restricción montado para moverse longitudinalmente en el miembro tubular.
42. — Un aparato como el de la reivindicación 41 en donde el miembro de restricción se mueve entre una posición abierta, en donde el flujo a través de la válvula entrada no se restringe, y una posición cerrada, en donde flujo a través de la válvula entrada se restringe.
- 35 43. — Un aparato como el de la reivindicación 40 en donde la tasa de rotación del ensamble de control de flujo se determina en relación al cambio en una característica del flujo de fluido.
- 40 44. — Un aparato como el de la reivindicación 43 en donde la característica del flujo de fluido es la viscosidad.
- 45 45. — Un aparato como el de la reivindicación 41 en donde el ensamble de control de flujo comprende además una pluralidad de miembros de balanza, los miembros de balanza se montan para un movimiento radial en respuesta a la rotación del ensamble de control de flujo.
46. — Un aparato como el de la reivindicación 45 en donde los miembros de balanza se montan de manera giratoria para moverse radialmente en respuesta a la rotación del ensamble de control de fluido.

~~47. Un aparato como el de la reivindicación 46 en donde el movimiento radial de los miembros de balanza provoca el movimiento longitudinal del miembro de restricción.~~

~~48. Un aparato como el de la reivindicación 44 en donde el flujo de fluido a través de la válvula se restringe cuando el fluido alcanza una viscosidad pre-seleccionada.~~

~~49. Un aparato como el de la reivindicación 48 en donde el flujo de fluido se restringe a una viscosidad relativamente baja y el flujo de fluido no se restringe a una viscosidad relativamente alta.~~

Nuevo Capítulo Reivindicatorio

1. Un aparato de control de flujo de fluidos (525) para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea, el tubo de extracción de petróleo para hacer fluir un fluido a través de este, el fluido teniendo una densidad la cual cambia con el tiempo, el aparato que comprende:
- una carcasa (120) de herramienta;
- un ensamble de válvula (200) que tiene una carcasa de válvula (202) con una entrada (204, 206) y una salida (208);
- 10 un desviador de fluido (301) de flotabilidad variable que responde a cambios en la densidad del fluido, el desviador de fluido (301) posicionado en la carcasa de herramienta (120) que se desplaza entre una posición próxima a la entrada (204, 206), restringiendo el flujo a través del mismo, y una posición abierta en donde,
- el desviador de fluido (300) es de una densidad pre-seleccionada y flota en un fluido de una densidad pre-seleccionada.
- 15
2. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador de fluido (300) se mueve entre una primera y una segunda posición, y en donde el desviador de fluido (300) es presionado hacia una primera posición por un miembro de presión.
- 20
3. Un aparato como el de la reivindicación 3 en donde el miembro de presión es un mecanismo de resorte.
4. Un aparato como el de la reivindicación 3 en donde el desviador de fluido (300) tiene una densidad mayor que la densidad del fluido durante el funcionamiento del aparato, el mecanismo de presión compensando la densidad del desviador (300) y permitiendo que el desviador (300) sea accionado por los cambios de densidad en el fluido.
- 25
5. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el desviador de fluido (300) móvil gira.
- 30
6. Un aparato como el de la reivindicación 9 en donde el desviador de fluido (300) comprende un segundo ensamble de válvula, en donde el brazo desviador (102) pivota, restringiendo el flujo a través de la entrada de un ensamble de válvula (200).
7. Un aparato como el de la reivindicación 9 en donde el ensamble de válvula (200) comprende una primera entrada (204) y una segunda entrada (206), y en donde el desviador de fluido (300) rota entre una primera posición en la cual el desviador de fluido (300) restringe el flujo de fluido hacia la primera entrada (204) y la segunda posición en la cual el desviador de fluido (300) restringe el flujo de fluido hacia la segunda entrada (206).
- 35
8. Un aparato como el de la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de control de afluencia (350), y en donde la válvula de entrada está en comunicación de fluido con el dispositivo de control de afluencia (350).
- 40
9. Un aparato como el de la reivindicación 1 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además la primera (204) y segunda (206) entradas separadas, y el desviador de flotabilidad variable (300) es móvil entre
- 45

posiciones próximas de la primera (204) y segunda (206) entradas en respuesta al cambio de la densidad del fluido.

10. Un aparato como el de la reivindicación 20 en donde el cambio en la relación de flujo de fluidos entre la primera (204) y segunda (206) entrada acciona un miembro de la válvula (212) móvil en el ensamble de válvula (200).

11. Un aparato como el de la reivindicación 21 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además un cámara de válvula (210) en comunicación de fluido con las entradas de válvulas (204, 206) y la salida de válvula (208), la cámara de válvula (210) alojando un miembro de la válvula (212) móvil entre una posición abierta y una posición cerrada, en donde el flujo de fluido a través de la salida de válvula (208) se restringe.

12. Un aparato como el de la reivindicación 22 en donde el miembro de válvula (212) es un brazo de válvula giratorio (218) que tiene un extremo próximo a la salida de válvula (208).

13. Un aparato como el de la reivindicación 21 en donde el ensamble de válvula (200) comprende además un conversor Venturi de presión.

14. Un aparato como el de la reivindicación 24 en donde el conversor venturi de presión comunica la presión al miembro de válvula (200) accionando de esta manera el miembro de válvula (200).

APARATO DE CONTROL DEL FLUJO CON UN DESVIADOR MÓVIL DE FLUJO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5

Ninguna.

CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a los métodos y aparatos para controlar el flujo de fluido en un pozo subterráneo que
0 tiene un mecanismo de control de flujo móvil el cual actúa en respuesta a un cambio de una característica del flujo de fluido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Durante la terminación de un pozo que atraviesa una formación subterránea, se instalan varios equipos y
5 tuberías de producción en el pozo para permitir la producción eficiente y segura de los fluidos de formación. Por ejemplo, para controlar la tasa de flujo de los fluidos de producción en el interior de la tubería de producción es una práctica común instalar uno o más dispositivos de control de afluencia dentro de la cadena de tuberías.

Las formaciones frecuentemente producen múltiples componentes en el fluido de producción, a saber, gas natural, petróleo, y agua. Frecuentemente se desea reducir o evitar la producción de un componente en favor de otro.
0 Por ejemplo, en un pozo de producción de petróleo, se puede desear minimizar la producción de gas natural y maximizar la producción de petróleo. A pesar de que se han utilizado varias herramientas pozo abajo para la separación de fluidos y para el control de los fluidos de producción, ha surgido una necesidad de un dispositivo para controlar la afluencia de los fluidos de formación. Adicionalmente, ha surgido una necesidad de que dicho dispositivo de control de flujo de fluido sea sensible a los cambios en las características del flujo de fluido que cambian con el paso del tiempo durante la vida del
5 pozo y sin requerir la intervención del operador.

SUMARIO

Métodos y aparatos para controlar el flujo de fluido, tal como el fluido de formación, a través de un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea. El flujo de fluido
0 se controla de manera autónoma en respuesta al cambio de una característica del flujo de fluido, tal como la densidad. En una realización, un desviador de fluido se mueve entre una posición abierta y cerrada en respuesta al cambio de la densidad del fluido y que opera para restringir el flujo de fluido a través de una entrada de ensamble de válvula. El desviador puede ser giratorio, rotatorio o moverse de cualquier otra manera en respuesta al cambio de la densidad del fluido. En una realización, el desviador se opera para controlar una relación de flujo de fluido a través de dos entradas de
5 válvulas. La relación flujo de fluido se usa para operar un miembro de válvula para restringir el flujo de fluido a través de la válvula. En otras realizaciones, el desviador de fluido se mueve en respuesta a los cambios de densidad en el fluido para afectar los patrones de flujo de fluido en un tubo, el cambio en el patrón de flujo que opera un ensamble de válvula.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para una comprensión más completa de las características y ventajas de la presente invención, se hace ahora referencia a la descripción detallada de la invención junto con las figuras acompañantes en las cuales los números correspondientes en las diferentes figuras se refieren a las partes correspondientes y en las que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de pozo que incluye una pluralidad de ensambles de control de fluido autónomos de acuerdo a la presente invención;

La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal parcial de una realización del aparato de control de fluido que tiene brazos desviadores que giran y en un fluido de mayor densidad de acuerdo a un aspecto de la invención;

La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal parcial de una realización del aparato de control de fluido que tiene brazos desviadores que giran y en un fluido de menor densidad de acuerdo a un aspecto de la invención;

La Figura 4 es una vista lateral detallada en sección transversal de un ensamble de válvula de fluido ejemplar de acuerdo a un aspecto de la invención;

La Figura 5 es una vista posterior tomada a lo largo de la línea A-A de la Figura 4;

La Figura 6 es una vista inferior en sección transversal del ensamble de válvula de la Figura 2 con el miembro de válvula en la posición cerrada (el aparato en un fluido de una densidad relativamente alta);

La Figura 7 es una vista inferior en sección transversal del ensamble de válvula de la Figura 3 con el miembro de válvula en la posición abierta (en un fluido de una densidad relativamente baja);

La Figura 8 es una vista ortogonal de un aparato de control de flujo de fluido que tiene la configuración del desviador de acuerdo a la Figura 2;

La Figura 9 es una vista superior de otra realización del aparato de control de fluido que tiene un desviador rotatorio de acuerdo a un aspecto de la invención;

La Figura 10 es una vista ampliada del aparato de control de fluido de la Figura 9;

La Figura 11 es un diagrama de flujo esquemático que tiene un extremo del dispositivo de control de flujo usado junto con el aparato de control de fluido de acuerdo a un aspecto de la invención;

La Figura 12 es una vista lateral en sección transversal del aparato de control de fluido de la Figura 9 con el desviador mostrado en la posición cerrada con el aparato en el fluido de menor densidad;

La Figura 13 es una vista lateral en sección transversal del aparato de control de fluido de la Figura 9 con el aparato en el fluido de mayor densidad;

La Figura 14 es una vista detallada en sección transversal del aparato de control de fluido de la Figura 9;

La Figura 21 es un esquema que ilustra los principios de la flotabilidad;

La Figura 16 es un dibujo esquemático que ilustra el efecto de la flotabilidad de los objetos de densidad y volumen diferentes sumergidos en el fluido aire;

La Figura 17 es un dibujo esquemático que ilustra el efecto de la flotabilidad de los objetos de densidad y volumen diferentes sumergidos en el fluido gas natural;

La Figura 18 es un dibujo esquemático que ilustra el efecto de la flotabilidad de los objetos de densidad y volumen diferentes sumergidos en el fluido petróleo;

La Figura 19 es un dibujo esquemático de una realización de la invención que ilustra las posiciones y la flotabilidad relativas en fluidos de diferentes densidades relativas;

La Figura 20 es un dibujo esquemático de una realización de la invención que ilustra las posiciones y la flotabilidad relativas en fluidos de diferentes densidades relativas;

La Figura 21 es una vista superior de otra realización del aparato de control de fluido que tiene un desviador rotatorio que cambia la dirección del flujo de acuerdo a un aspecto de la invención.

La Figura 22 muestra el aparato de la Figura 21 en la posición donde el flujo de fluido se restringe mínimamente.

Las Figuras de la 23 a la 26 son vistas laterales en sección transversal del mecanismo de cierre de la Figura 21.

La Figura 27 es una vista lateral en sección transversal de otra realización del aparato de control de fluido que tiene un ensamble de resistencia accionado por flujo rotatorio, mostrado en una posición abierta, de acuerdo a un aspecto de la invención; y

La Figura 28 es una vista lateral en sección lateral de la realización observada en la Figura 27 que tiene un ensamble de resistencia accionado por flujo rotatorio, mostrado en una posición cerrada.

Se debe entender por los expertos en la materia que el uso de los términos direccionales tal como encima, debajo, superior, inferior, hacia arriba, hacia abajo y similares se usan en relación a las realizaciones ilustrativas cuando estas se representan en las Figuras, la dirección hacia arriba siendo hacia la parte superior de la Figura correspondiente y la dirección hacia abajo siendo hacia la parte inferior de la Figura correspondiente. Cuando este no sea el caso y se use un término para indicar una orientación requerida, la Descripción lo establecerá o lo dejará claro ya sea explícitamente o a partir del contexto. Aguas arriba y aguas abajo se usan para indicar localización o dirección en relación a la superficie, donde aguas arriba indica el movimiento o la posición relativa hacia la superficie a lo largo del pozo y aguas abajo indica el movimiento o la posición relativa lejos de la superficie a lo largo del pozo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

A pesar de que la realización y el uso de las varias realizaciones de la presente invención se discuten en detalle a continuación, un experto en la materia apreciará que la presente invención proporciona conceptos inventivos aplicables los cuales se pueden realizar en una variedad de contextos específicos. Las realizaciones específicas discutidas en la presente se ilustran de maneras específicas para realizar y usar la invención y no para limitar el alcance de la presente invención.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de pozo, indicado generalmente como 10, que incluye una pluralidad de ensambles de control de fluido accionados por densidad autónomos que abarcan los principios de la presente invención. Un pozo 12 se extiende a través de varios estratos de la tierra. El pozo 12 tiene una sección sustancialmente vertical 14, la porción superior de esta se ha instalado dentro de una cadena de cubiertas 16. El pozo 12 también tiene una sección sustancialmente desviada 18, mostrada de manera horizontal, que se extiende a través de una formación subterránea que tiene hidrocarburos 20.

Una cadena de tuberías 22 se posiciona dentro del pozo 12 y se extiende desde la superficie. La cadena de tuberías 22 proporciona un conducto para que los fluidos de formación viajen desde la formación 20 aguas arriba hasta la

superficie. Una pluralidad de ensambles de control de fluido 25 y una pluralidad de secciones tubulares de producción 24 se posicionan dentro de la cadena de tuberías 22 en los varios intervalos de producción adyacentes a la formación 20. En cualquier lado de cada uno de los tubos de producción 24 está un empacador 26 que proporciona un sello de fluido entre la cadena de tuberías 22 y la pared del pozo 12. Cada par de empacadores adyacentes 26 define un intervalo de producción.

En la realización ilustrada, cada una de las secciones tubulares de producción 24 proporciona una capacidad de control de arena. Los elementos tamiz o los medios de filtración de control de arena asociados con las secciones tubulares de producción 24 se diseñan para permitir que los fluidos fluyan a través de ellos pero para evitar que la materia en partículas de suficiente tamaño fluya a través de ellos. El diseño exacto del elemento tamiz asociado con el dispositivo de control de flujo de fluido 24 no es crítico para la presente invención siempre que se diseñe adecuadamente para las características de los fluidos de formación y para cualquier operación de tratamiento a realizar.

El término "gas natural" como se usa en la presente significa una mezcla de hidrocarburos (y cantidades variables de no hidrocarburos) que existen en una fase gaseosa a temperatura y presión ambiente. El término no indica que el gas natural se encuentra en una fase gaseosa en la localización pozo abajo de los sistemas de la invención. En efecto, se debe entender que el sistema de control de flujo es para su uso en localizaciones donde la presión y la temperatura son tales que el gas natural estará, en su mayoría, en estado licuado aunque otros componentes pueden estar presentes y algunos componentes pueden estar en un estado gaseoso. El concepto inventivo funcionará con líquidos o gases, o cuando ambos estén presentes.

El fluido de formación que fluye dentro del tubo de producción 24 típicamente comprende más de un componente de fluido. Los componentes típicos son el gas natural, el petróleo, el agua, el vapor o el dióxido de carbono. El vapor, el agua, y el dióxido de carbono se usan comúnmente como fluidos de inyección para conducir el hidrocarburo hacia el tubo de producción, mientras que el gas natural, el petróleo y el agua típicamente se encuentran *in situ* en la formación. La proporción de estos componentes en el fluido de formación que fluye dentro del tubo de producción variará con el paso del tiempo y en base a las condiciones dentro de la formación y del pozo. Igualmente, la composición del fluido que fluye dentro de las varias secciones de tuberías de producción a lo largo de la longitud de la cadena de producción total puede variar significativamente de una sección a otra. El aparato de control de fluido se diseña para restringir la producción a partir de un intervalo, cuando esta tiene una mayor proporción de un componente no deseado, basado en la densidad relativa del fluido.

En consecuencia, cuando un intervalo de producción correspondiente a un ensamble de control de fluido particular produce una mejor proporción de un componente de fluido no deseado, el aparato de control de fluido, en ese intervalo, restringirá el flujo de producción de ese intervalo. Por lo tanto, los otros intervalos de producción, los cuales están produciendo una mejor proporción del componente de fluido deseado, por ejemplo petróleo, contribuirán más a la corriente de producción que entra a la cadena de tuberías 22. A través del uso de los ensambles de control de fluido 25 de la presente invención y proporcionando numerosos intervalos de producción, es posible el control sobre el volumen y la composición de los fluidos producidos. Por ejemplo, en una operación de producción de petróleo si un componente no deseado del fluido de producción, tales como agua, vapor, dióxido de carbono o gas natural, está entrando en uno de los

intervalos de producción en un porcentaje mayor que el porcentaje meta, el aparato de control de fluido en ese intervalo restringirá, de manera autónoma, la producción de fluido de formación de ese intervalo, basado en el cambio de densidad cuando los componentes están presentes en una cantidad mayor que la cantidad meta.

El aparato de control de fluido actúa en respuesta a cambios de la densidad del fluido *in situ*. El aparato se diseña para restringir el flujo de fluido cuando el fluido alcanza una densidad meta. La densidad se puede elegir para restringir el flujo del fluido cuando se alcanza un porcentaje meta de un componente no deseado. Por ejemplo, se puede desear permitir la producción de fluido de formación donde el fluido se compone del 80 por ciento de petróleo (o más) con una composición correspondiente del 20 por ciento (o menos) de gas natural. El flujo se restringe si el fluido cae por debajo del porcentaje de petróleo meta. Por lo tanto, la densidad meta es la densidad del fluido de producción de una composición de 80 por ciento de petróleo y 20 por ciento de gas natural. Si la densidad del fluido se hace demasiado baja, el flujo es restringido por el mecanismo explicado en la presente. De manera equivalente, un fluido de mayor densidad no deseada se pudiera restringir mientras que se produce un fluido de menor densidad deseada.

A pesar de que la Figura 1 representa los ensambles de control de fluido de la presente invención en un entorno de pozo abierto, se debe entender por los expertos en la materia que la invención es igualmente bien adecuada para su uso en pozos recubiertos. También a pesar de que la Figura 1 representa un aparato de control de fluido en cada intervalo de producción, se debe entender que cualquier número de aparatos de la presente invención se puede utilizar dentro de un intervalo de producción sin apartarse de los principios de la presente invención.

Adicionalmente, se prevé que el aparato de control de fluido 25 se pueda usar junto con otros dispositivos pozo abajo que incluyen dispositivos de control de afluencia (ICD) y ensambles de tamices. Los dispositivos de control de afluencia y los ensambles de tamices no se describen en detalles en la presente, se conocen en la materia, y están comercialmente disponibles de Halliburton Energy Services, Inc. entre otros.

Además, la Figura 1 representa el aparato de control de fluido de la presente invención en una sección desviada del pozo el cual se ilustra como un pozo horizontal. Se debe entender por los expertos en la materia que los aparatos de la presente invención son adecuados para su uso en pozos desviados, que incluye pozos horizontales, así como también pozos verticales. Como se usa en la presente, "pozos desviados" se refieren a los pozos los cuales se perforan intencionalmente fuera de la dirección vertical.

La Figura 2 muestra una realización de un aparato de control de fluido 25 para controlar el flujo de fluidos en un tubo pozo abajo. Para propósitos de la discusión, el aparato ejemplar se discutirá en funcionamiento para controlar la producción de fluido de formación, restringiendo la producción de fluido de formación con una mayor proporción de gas natural. El aparato de control de flujo 25 es accionado por el cambio en la densidad del fluido de formación. El aparato de control de fluido 25 se puede usar a lo largo de la longitud de un pozo en una corriente de producción para proporcionar control de fluido en una pluralidad de localizaciones. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, para igualar el flujo de producción de petróleo en situaciones donde se espera una tasa de flujo mayor en el talón de un pozo horizontal que en la punta del pozo.

El aparato de control de fluido 25 restringe de manera efectiva la afluencia de un fluido no deseado mientras que permite el flujo mínimamente restringido de un fluido deseado. Por ejemplo, el aparato de control de fluido 25 se puede

configurar para restringir el flujo de fluido de formación cuando el fluido se compone de un porcentaje pre-seleccionado de gas natural, o donde la densidad del fluido de formación es menor que una densidad meta. En dicho caso, el aparato de control de fluido selecciona la producción de petróleo sobre la producción de gas, restringiendo de manera efectiva la producción de gas.

La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal parcial de una realización del aparato de control de fluido para su uso en un tubo de extracción de petróleo posicionado en un pozo que se extiende a través de una formación subterránea. El aparato de control de fluido 25 incluye dos ensambles de válvula 200 y el ensamble desviador de fluido 100. El ensamble desviador de fluido 100 tiene un desviador de fluido 101 con dos brazos desviadores 102. Los brazos desviadores 102 se conectan unos con otros y giran alrededor de una unión de giro 103. El desviador 101 se fabrica a partir de una sustancia de una densidad seleccionada para accionar los brazos desviadores 102 cuando el fluido pozo abajo alcanza una densidad pre-seleccionada. El desviador se puede hacer de plástico, caucho, materiales compuestos, metal, otros materiales, o una combinación de estos materiales.

Los brazos desviadores de fluido 102 se usan para seleccionar la manera en que el flujo de fluido se divide entre la entrada inferior 204 y la entrada superior 206 del ensamble de válvula 200 y por lo tanto para controlar el flujo de fluido a través del tubo. El desviador de fluido 101 es accionado por el cambio en la densidad del fluido en el cual se sumerge y por el cambio correspondiente en la flotabilidad del desviador 101. Cuando la densidad del desviador 101 es mayor que la del fluido, el desviador se "hundirá" hasta la posición mostrada en la Figura 2, conocida como la posición cerrada mientras que el ensamble de válvula 200 está cerrado (restringiendo el flujo) cuando los brazos desviadores 102 están en esta posición. En la posición cerrada, los brazos desviadores 102 giran hacia abajo posicionando los extremos de los brazos 102 próximos a la entrada 204. Si la densidad del fluido de formación aumenta hasta una densidad mayor que la del desviador 101, el cambio accionará el desviador 101, provocando que este "flote" y moviendo el desviador 101 hasta la posición mostrada en la Figura 3. El aparato de control de fluido está en una posición abierta en la Figura 3 mientras que el ensamble de válvula 200 está abierto cuando los brazos desviadores están en la posición mostrada.

Los brazos que dividen el fluido operan sobre la diferencia en la densidad del fluido pozo abajo en el tiempo. Por ejemplo, la flotabilidad de los brazos desviadores es diferente en un fluido compuesto principalmente de petróleo frente a un fluido compuesto principalmente de gas natural. De manera similar, la flotabilidad cambia en el petróleo frente al agua, el agua frente al gas, etc. Los principios de flotabilidad se explican más detalladamente en la presente con respecto a las Figuras 15-20. Los brazos se moverán entre las posiciones abierta y cerrada en respuesta a la densidad cambiante del fluido. En la realización observada en la Figura 2, el material del desviador de 101 es de una densidad mayor que la del fluido pozo abajo típico y permanecerá en la posición mostrada en la Figura 2 a pesar de la densidad del fluido. En dicho caso, un mecanismo de presión 106 se puede usar, mostrado aquí como un resorte plano, para compensar los efectos gravitacionales de manera que los brazos desviadores 102 se moverán hasta la posición abierta a pesar de que los brazos desviadores sean más densos que el fluido pozo abajo, tal como el petróleo. Se pueden emplear otros mecanismos de presión como los conocidos en la materia tales como, pero sin limitarse a, contrapesos, otros tipos de resortes, etc., y los mecanismos de presión se pueden posicionar en otras localizaciones, tal como en o cerca de los extremos de los brazos desviadores. Aquí, el resorte de presión 106 se conecta a los dos brazos desviadores 102, que

entonces tienden a girar hacia arriba y hacia la posición observada en la Figura 3. El mecanismo de presión y la fuerza que este ejerce se seleccionan de manera que los brazos desviadores 102 se muevan hasta la posición observada en la Figura 3 cuando el fluido alcanza una densidad pre-seleccionada. La densidad de los brazos desviadores y la fuerza del resorte de presión se seleccionan para resultar en el accionamiento de los brazos desviadores cuando el fluido en el cual el aparato se sumerge alcanza una densidad pre-seleccionada.

El ensamble de válvula 200 observado en la Figura 2 se muestra en detalles en la vista en sección transversal de la Figura 4. El ensamble de válvula mostrado es de tipo ejemplar y los detalles y la configuración de la válvula se puede alterar sin apartarse del espíritu de la invención. El ensamble de válvula 200 tiene una carcasa de válvula 202 con una entrada inferior 204, una entrada superior 206, y una salida 208. La cámara de válvula 210 contiene un miembro de la válvula 212 operable para restringir el flujo de fluido a través de la salida 208. Un miembro de válvula ejemplar 212 comprende un extremo o brazo accionado por presión 218 y un extremo o brazo tapón 216 para restringir el flujo a través de la salida 208. El miembro de válvula 212 se monta en la carcasa de válvula 202 para rotar alrededor del pivote 214. En la posición cerrada, el extremo tapón 216 del miembro de válvula se aproxima a y restringe el flujo de fluido a través de la salida 208. El extremo tapón puede restringir o detener el flujo.

El ensamble de válvula ejemplar 200 incluye un conversor venturi de presión para aumentar la presión de accionamiento del ensamble de válvula. Basado en principio de Bernoulli, suponiendo otras propiedades con las que el flujo se mantiene constante, la presión estática disminuirá cuando la velocidad del flujo aumente. Una relación de flujo de fluido se crea entre las dos entradas 204 y 206 usando los brazos desviadores 102 para restringir el flujo a través de una de las entradas de fluido del ensamble de válvula, reduciendo de esta manera el flujo de fluido volumétrico a través de esa entrada. Las entradas 204 y 206 tienen restricciones venturi en las mismas para aumentar el cambio de presión en cada puerto de presión 224 y 226. El conversor venturi de presión permite que la válvula tenga una presión diferencial pequeña en las entradas pero una presión diferencial más grande se puede usar para abrir y cerrar el ensamble de válvula 200.

La Figura 5 es una vista posterior en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la Figura 4. Los puertos de presión 224 y 226 se observan en la vista en sección transversal. El puerto de presión superior 226 comunica la presión del fluido desde la entrada superior 206 hacia un lado de la cámara de válvula 210. De manera similar, el puerto de presión inferior 224 comunica la presión, medida en la entrada inferior 204, hacia el lado opuesto de la cámara de válvula 210. La diferencia en la presión acciona el brazo accionado por presión 218 del miembro de válvula 212. El brazo accionado por presión 218 será empujado por el lado de mayor presión, o succionado por el lado de presión inferior, y gira en consecuencia.

Las Figuras 6 y 7 son vistas inferiores en sección transversal del ensamble de válvula observado en las Figuras 2 y 3. La Figura 6 muestra el ensamble de válvula en una posición cerrada con los brazos desviadores de fluido 102 en la posición cerrada correspondiente como se observa en la Figura 2. El brazo desviador 102 se posiciona para restringir el flujo de fluido dentro de la entrada inferior 204 del ensamble de válvula 200. Una tasa de flujo relativamente más grande se produce en la entrada superior 206. La diferencia en la tasa de flujo y la diferencia resultante en la presión del fluido se usan, mediante los puertos de presión 224 y 226, para accionar el brazo accionado por presión 218 del miembro de

válvula 212: Cuando el brazo desviador 102 está en la posición cerrada, este restringe el flujo de fluido dentro de la entrada inferior 204 y permite el flujo relativamente mayor en la entrada superior 206. Una presión relativamente menor se transmite de esta manera a través del puerto de presión superior 226 mientras que una presión relativamente mayor se transmite a través del puerto de presión inferior 224. El brazo accionado por presión 218 es accionado por esta diferencia de presión y empujado hacia el lado de baja presión de la cámara de válvula 210 hasta la posición cerrada observada en la Figura 6. El miembro de válvula 212 rota alrededor del pivote 214 y el extremo tapón 216 del miembro de válvula 212 se mueve próximo a la salida 208, restringiendo de esta manera el flujo de fluido a través del ensamble de válvula 200. En un pozo de producción, el fluido de formación que fluye desde la formación y dentro del ensamble de válvula se restringe de esta manera de fluir dentro de la cadena de producción y hasta la superficie.

Un mecanismo de presión 228, tal como un resorte o un contrapeso, se puede emplear para presionar el miembro de válvula 212 hacia una posición. Como se muestra, el resorte plano presiona el miembro 212 hacia la posición abierta como se observa en la Figura 7. Otros dispositivos se pueden emplear en el ensamble de válvula, tal como el diafragma 230 para controlar o evitar que el flujo de fluido o la presión actúen sobre las porciones de ensamble de válvula o para controlar o evitar finos que interfieran con el movimiento del pivote, 214. Adicionalmente, las realizaciones alternas para el ensamble de válvula serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, se pueden emplear diseños de fuelles, globos de presión, y miembros alternos de válvula.

La Figura 7 es una vista inferior en sección transversal del ensamble de válvula 200 observado en una posición abierta correspondiente a la Figura 3. En la Figura 7, el brazo desviador 102 está en una posición abierta con el brazo desviador 102 próximo la entrada superior 206 y restringiendo el flujo de fluido dentro de la entrada superior. Una tasa de flujo mayor se produce en la entrada inferior 204. La diferencia de presión resultante en las entradas, cuando se mide a través de puertos de presión 224 y 226, resulta en el accionamiento y movimiento del miembro de válvula 212 hasta la posición abierta. El brazo accionado por presión del miembro 212 se tira hacia el puerto de presión 224, haciendo girar el miembro de válvula 212 y moviendo el extremo tapón 216 lejos de la salida 208. El fluido fluye libremente a través del ensamble de válvula 200 y dentro de la corriente de producción y hasta la superficie.

La Figura 8 es una vista ortogonal de un ensamble de control de fluido 25 en una carcasa 120 y conectado a una cadena de tuberías de producción 24. En esta realización, la carcasa 120 es un tubo pozo abajo con aberturas 114 para permitir el flujo de fluido dentro de la abertura interior de la carcasa. El fluido de formación fluye desde la formación dentro del pozo y después a través de las aberturas 114. La densidad del fluido de formación determina el comportamiento y accionamiento de los brazos desviadores de fluido 102. Después el fluido de formación fluye dentro de los ensambles de válvula 200 sobre cualquier extremo del ensamble 25. El fluido fluye desde el aparato de control de fluido hasta el conducto interior 27 que conduce hacia el interior de la tubería de producción no mostrada. En la realización preferida observada en las Figuras 2-8, el ensamble de control de fluido tiene un ensamble de válvula 200 en cada extremo. El fluido de formación que fluye a través de los ensambles se puede redirigir dentro de la cadena de producción, o el fluido de formación del extremo aguas abajo se puede hacer fluir a otro lugar, tal como de regreso dentro del pozo.

El diseño del brazo doble y del ensamble de válvula doble observado en las figuras se puede sustituir con un diseño de brazo simple y de ensamble de válvula simple. Una carcasa alternativa 120 se observa en las Figuras 6 y 7 donde la carcasa comprende una pluralidad de varillas que se conectan a las dos carcasas de ensamble de válvula 202.

Note que la realización, como se observa en las Figuras 2-8, se puede modificar para restringir la producción de varios fluidos cuando la composición y la densidad del fluido cambian. Por ejemplo, la realización se puede diseñar para restringir la producción de agua mientras que permite la producción de petróleo, restringir la producción de petróleo mientras que permite la producción de gas natural, restringir la producción de agua mientras que permite la producción de gas natural, etc. El ensamble de válvula se puede diseñar de manera que la válvula esté abierta cuando el desviador está en una posición superior o "flotante", como se observa en la Figura 3, o se puede diseñar para abrirse cuando el desviador está en una posición inferior o "hundida", como se observa en la Figura 2, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, para seleccionar la producción de gas natural sobre la producción de agua, el ensamble de válvula se diseña para cerrarse cuando el desviador se eleva debido a su flotabilidad en la densidad relativamente mayor del agua, hasta la posición observada en la Figura 3.

Adicionalmente, la realización se puede emplear en otros procesos además de la producción de un pozo de hidrocarburo. Por ejemplo, el dispositivo se puede utilizar durante la inyección de fluidos dentro de un pozo para seleccionar la inyección de vapor sobre agua basado en las densidades relativas de estos fluidos. Durante los procesos de inyección, frecuentemente se combinan agua caliente y vapor y existen en relaciones variables en el fluido de inyección. Frecuentemente el agua caliente se hace circular pozo abajo hasta que el pozo ha alcanzado las condiciones de temperatura y presión deseadas para proporcionar principalmente vapor para la inyección dentro de la formación. Típicamente no se desea inyectar agua caliente dentro de la formación. Consecuentemente, el aparato de control de flujo se puede utilizar para seleccionar la inyección de vapor (u otro fluido de inyección) sobre la inyección de agua caliente u otros fluidos menos deseables. El desviador actuará basado en la densidad relativa del fluido de inyección. Cuando el fluido de inyección tiene una proporción de agua no deseable y consecuentemente una densidad relativamente mayor, el desviador flotará hasta la posición observada en la Figura 3, restringiendo de esta manera el flujo de fluido de inyección dentro de la entrada superior 206 del ensamble de válvula 200. La presión diferencial resultante entre las entradas superior e inferior 204 y 206 se utiliza para mover el ensamble de válvula hasta una posición cerrada, restringiendo de esta manera el flujo del fluido no deseado a través de la salida 208 y de la formación. Cuando el fluido de inyección cambia a una mayor proporción de vapor, con un cambio consecuente a una menor densidad, el desviador se moverá hasta la posición opuesta, reduciendo de esta manera la restricción sobre el fluido que va a la formación. Los métodos de inyección descritos anteriormente se describen para la inyección de vapor. Se debe entender que se puede utilizar el dióxido de carbono u otro fluido de inyección.

La Figura 9 es una vista superior de otra realización de un aparato de control de fluido 325 que tiene un desviador que rota 301. El ensamble de control de fluido 325 incluye un ensamble desviador de fluido 300 con un desviador de fluido móvil 301 y dos ensambles de válvula 400 en cualquier extremo del ensamble desviador.

El desviador 301 se monta para un movimiento rotacional en respuesta a los cambios en la densidad del fluido. El desviador ejemplar 301 mostrado es semi-circular a lo largo de su sección transversal, la mayoría de su longitud con

porciones con secciones transversales circulares en cualquier extremo. La realización se describirá para su uso seleccionando la producción de un fluido de mayor densidad, tal como petróleo, y restringiendo la producción de un fluido de densidad relativamente menor, tal como gas natural. En dichos caso, el desviador es "lastrado" por porciones de contrapeso de alta densidad 306 hechas de material con densidad relativamente alta, tal como acero u otro metal. La porción 304, mostrada en una realización ejemplar con sección transversal semi-circular, se hace de un material de densidad relativamente menor, tal como plástico. La porción del desviador 304 es más flotante que las porciones de contrapeso 306 en un fluido más denso, provocando que el desviador rote a la posición abierta o superior observada en la Figura 10. De manera inversa, en un fluido de densidad relativamente menor, tal como gas natural, la porción del desviador 304 es menos flotante que las porciones de contrapeso 306, y el desviador 301 rota hacia una posición cerrada como se observa en la Figura 9. Un elemento de presión, tal como un elemento de presión basado en un resorte, se puede usar en lugar del contrapeso.

La Figura 10 es una vista ampliada detallada del ensamble de control de fluido de la Figura 9. En la Figura 10, el selector o desviador de fluido 301 rota dentro desde una posición abierta, tal como cuando el ensamble se sumerge en un fluido con una densidad relativamente alta, tal como petróleo. En un fluido de mayor densidad, la porción de menor densidad 304 del desviador 301 es más flotante y tiende a "flotar." En dicho caso, la porción de menor densidad 304 puede ser de una menor densidad que el fluido. Sin embargo, no se requiere que la porción de menor densidad 304 sea menos densa que el fluido. En lugar de esto, las porciones de alta densidad 306 del desviador 301 pueden servir como un contrapeso o miembro de presión.

El desviador 301 rota alrededor de su eje longitudinal 309 hasta la posición abierta como se observa en la Figura 10. Cuando está en la posición abierta, el conducto del desviador 308 se alinea con la salida 408, mejor observada en la Figura 12, del ensamble de válvula 400. En este caso, el ensamble de válvula 400 tiene solamente una entrada simple 404 y una salida 408. En la realización preferida mostrada, el ensamble 325 incluye además miembros de soporte fijos 310 con múltiples puertos 312 para facilitar el flujo de fluido a través del soporte fijo.

Como se observa en las Figuras 9-13, los ensambles de válvula de fluido 400 se localizan en cada extremo del ensamble. Los ensambles de válvula tienen un conducto simple definido en los mismos con la entrada 404 y la salida 408. La salida 408 se alinea con el conducto 308 en el desviador 301 cuando el desviador está en la posición abierta, como se observa en la Figura 10. Note que el diseño del desviador 301 que se observa en las Figuras 9-10 se puede emplear con modificaciones, las cuales serán evidentes para los expertos en la materia, con el ensamble de válvula venturi de presión observado en las Figuras 2-7. De manera similar, el diseño del brazo desviador que se observa en la Figura 2 puede, con modificación, emplearse con el ensamble de válvula observado en la Figura 9.

La flotabilidad del desviador crea un torque el cual rota el desviador 301 alrededor de sus ejes rotacional y longitudinal. El torque producido debe superar cualquier fuerza de inercia y de fricción que tienden a sostener el desviador en su lugar. Note que se pueden emplear restricciones o detenciones físicas para restringir el movimiento rotacional del desviador; es decir, limitar la rotación hasta varios ángulos de rotación dentro de un arco o intervalo pre-seleccionado. El torque entonces excederá las fuerzas de fricción estáticas para asegurar que el desviador se moverá cuando se desee. Adicionalmente, las restricciones se pueden ubicar para evitar la rotación del desviador hasta el centro

superior o inferior para evitar conseguir un posible "atasco" en dicha orientación. En una realización, la restricción de flujo de fluido se relaciona directamente con el ángulo de rotación del desviador dentro de un intervalo de rotación seleccionado. El conducto 308 del desviador 301 se alinea con la salida 408 del ensamble de válvula cuando el desviador está en una posición completamente abierta, como se observa en las Figuras 10 y 13. El alineamiento es parcial cuando el desviador rota hacia la posición abierta, permitiendo un flujo mayor cuando el desviador rota en la posición totalmente abierta. El grado de flujo se relaciona directamente con el ángulo de rotación del desviador cuando el desviador rota entre el alineamiento parcial y completo con la salida de válvula.

La Figura 11 es un esquema de flujo de una realización de la invención. Un dispositivo de control de afluencia 350, o ICD, está en comunicación de fluido con el ensamble de control de fluido 325. El flujo fluye a través del dispositivo de control de afluencia 300, a través del divisor de flujo 360 hasta cualquier extremo del aparato de control de fluido 325 y después a través de los puertos de salida 330. De manera alternativa, el sistema se puede realizar con la entrada en el centro del dispositivo de control de fluido y las salidas en cualquier extremo.

La Figura 12 es una vista lateral en sección transversal de la realización del aparato de control de fluido 325 observado en la Figura 9 con el desviador 301 en la posición cerrada. Una carcasa 302 tiene en su interior el ensamble desviador 300 y los ensambles de válvula 400. La carcasa incluye el puerto de salida 330. En la Figura 12, el fluido de formación F fluye dentro de cada ensamble de válvula 400 mediante la entrada 404. Se evita o restringe que el fluido salga por la salida 408 mediante el desviador 301.

El ensamble desviador 300 está en una posición cerrada en la Figura 12. El desviador 301 rota hasta la posición cerrada cuando la densidad del fluido cambia a una composición más densa debido a las densidades relativas y a las flotabilidades de las porciones del desviador 304 y 306. La porción del desviador 304 puede ser más densa que el fluido, aún cuando el fluido cambie a una composición más densa (y ya sea en la posición abierta o cerrada) y en la realización preferida es más densa que el fluido en todo momento. En dicho caso, donde la porción del desviador 304 es más densa que el fluido, aún cuando la densidad del fluido cambia hasta una composición más densa, se utilizan las porciones de contrapeso 306. El material en la porción del desviador 304 y el material en la porción de contrapeso 306 tienen densidades diferentes. Cuando se sumergen en el fluido, la densidad efectiva de las porciones es la densidad real de las porciones menos la densidad del fluido. El volumen y la densidad de la porción del desviador 304 y las porciones de contrapeso 306 se seleccionan de manera que las densidades relativas y las flotabilidades relativas provoquen que la porción del desviador 304 se "hunda" y la porción de contrapeso se "hunda" en el fluido cuando este es de una baja densidad (tal como cuando comprende gas natural). De manera inversa, cuando el fluido cambia hasta una mayor densidad, la porción del desviador 304 se "eleva" o "flota" en el fluido y las porciones de contrapeso se "hunden" (tal como en petróleo). Como se usa en la presente, los términos "hundir" y "flotar" se usan para describir la manera en que una parte del sistema se mueve y no es necesario que la parte sea de mayor densidad o peso que el fluido de accionamiento.

En la posición cerrada, como se observa en las Figuras 9 y 12, el conducto 308 a través de la porción del desviador 306 no se alinea con la salida 408 del ensamble de válvula 400. El fluido se restringe de fluir a través del

sistema. Note que esto es aceptable en muchos casos para algún fluido en "fuga" o flujo en pequeñas cantidades a través del sistema y que sale a través del puerto de salida 330.

La Figura 13 es una vista lateral en sección transversal del aparato de control de fluido como el de la Figura 12, sin embargo, el desviador 301 rota hasta la posición abierta. En la posición abierta, la salida 408 del ensamble de válvula se alinea con el conducto 308 del desviador. El fluido F fluye desde la formación dentro del conducto interior del tubo que tiene el aparato. El fluido entra al ensamble de válvula 400, fluye a través de portal 312 en el soporte fijo 310, a través del conducto 308 en el desviador, y después sale a la carcasa a través del puerto o puertos 330. Después el fluido se dirige a través de la tubería de producción y hasta la superficie. Donde la producción de petróleo se selecciona sobre la producción de gas natural, el desviador 301 rota hasta la posición abierta cuando la densidad del fluido en el pozo alcanza una densidad pre-seleccionada, tal como la densidad esperada del petróleo de formación. El aparato se diseña para recibir fluido de ambos extremos simultáneamente, para equilibrar la presión a ambos lados del aparato y reducir las fuerzas de fricción durante la rotación. En una realización alternativa, el aparato se diseña para permitir el flujo desde un extremo simple o desde el centro hacia afuera.

La Figura 21 es un esquema que ilustra los principios de la flotabilidad. El principio de Arquímedes plantea que un objeto sumergido total o parcialmente en un fluido es empujado hacia arriba por una fuerza igual a la del peso del fluido desplazado por el objeto. La flotabilidad reduce el peso relativo del objeto sumergido. La gravedad G actúa sobre el objeto 404. El objeto tiene una masa, m , y una densidad, ρ -objeto. El fluido tiene una densidad, ρ -fluido. La flotabilidad, B , actúa hacia arriba sobre el objeto. El peso relativo del objeto cambia con la flotabilidad. Se considera un plástico que tiene una densidad relativa (en el aire) de 1.1. El gas natural tiene una densidad relativa de aproximadamente 0.3, el petróleo de aproximadamente 0.8, y el agua de aproximadamente 1.0. El mismo plástico una densidad relativa de 0.8 en gas natural, 0.3 en petróleo, y 0.1 en agua. El acero tiene una densidad relativa de 7.8 en el aire, 7.5 en petróleo y 7.0 en agua.

Las Figuras 18-20 son dibujos esquemáticos que muestran el efecto de flotabilidad sobre objetos de volumen y densidad diferentes sumergidos en fluidos diferentes. Continuando con el ejemplo, ubicar objetos de plástico y acero en una balanza ilustra los efectos de flotabilidad. El objeto de acero 406 tiene un volumen relativo de uno, mientras que el objeto de plástico 408 tiene un volumen relativo de 13. En la Figura 18, el objeto de plástico 408 tiene un peso relativo en el aire 410 de 14.3 mientras que el objeto de acero tiene un peso relativo de 7.8. Por lo tanto, el objeto de plástico es relativamente más pesado y provoca que la balanza baje del lado del objeto de plástico. Cuando la balanza y los objetos se sumergen en gas natural 412, como se observa en la Figura 19, la balanza se mantiene en la misma posición. El peso relativo del objeto de plástico es ahora 10.4 mientras que el peso relativo del objeto de acero es 7.5 en gas natural. En la Figura 20, el sistema se sumerge en petróleo 414. El objeto de acero ahora tiene un peso relativo de 7.0 mientras que el objeto de plástico tiene un peso relativo de 3.9 en petróleo. Por lo tanto, la balanza se mueve ahora a la posición que se muestra debido a que el objeto de plástico 408 flota más que el objeto de acero 406.

Las Figuras 16 y 17 son dibujos esquemáticos del desviador 301 que ilustran las posiciones y la flotabilidad relativas del desviador en fluidos de diferentes densidades relativas. Usando los mismos ejemplos de plástico y acero como anteriormente y aplicando los principios al desviador 301, la porción de contrapeso de acero 306 tiene una longitud

L de una unidad y la porción de desviador de plástico 304 tiene una longitud L de 13 unidades. Las dos porciones son ambas hemecilíndricas y tienen la misma sección transversal. Por lo tanto, la porción de desviador de plástico 304 tiene 13 veces el volumen de la porción de contrapeso 306. En petróleo o agua, la porción de contrapeso de acero 306 tiene un peso actual mayor y el desviador 301 rota hasta la posición observada en la Figura 16. En aire o gas natural, la porción de desviador de plástico 304 tiene un peso real mayor y el desviador 301 rota hasta la posición menor observada en la Figura 17. Estos principios se usan para diseñar el desviador 301 que rota hasta las posiciones seleccionadas cuando se sumerge en fluido de densidades relativas conocidas. Lo anterior es meramente un ejemplo y se puede modificar para permitir que el desviador cambie de posición en fluidos de cualquier densidad seleccionada.

La Figura 14 es una vista lateral en sección transversal de un extremo del ensamble de control de fluido 325 como se observa en la Figura 9. Debido a que el funcionamiento del ensamble depende del movimiento del desviador 301, en respuesta a una densidad del fluido, los ensambles de válvula 400 necesitan orientarse en el pozo. Un método preferido para orientar los ensambles es proporcionar un ensamble de válvula auto-orientado el cual se lastra para provocar la rotación del ensamble en el pozo. El ensamble de válvula auto-orientado se refiere a un "selector de gravedad."

Una vez orientado apropiadamente, el ensamble de válvula 400 y el soporte fijo 310 se pueden sellar en su lugar para evitar movimientos adicionales del ensamble de válvula y para reducir posibles rutas de fuga. En una realización preferida, como se observa en la Figura 14, un agente de sellado 340 se ha ubicado alrededor de las superficies exteriores del soporte fijo 310 y el ensamble de válvula 400. Dicho agente puede ser un elastómero hinchable, un anillo en O, un adhesivo o epoxi que se une cuando se expone, por ejemplo al tiempo, temperatura, o fluidos. El agente de sellado 340 también se puede ubicar entre varias partes del aparato las cuales no necesitan moverse en relación unas con otras durante el funcionamiento tal como entre el ensamble de válvula 400 y el soporte fijo 310 como se muestra. Evitar la trayectoria de fuga puede ser importante cuando las fugas pueden reducir potencialmente la efectividad del aparato en gran medida. El agente de sellado no se debe ubicar interfiriendo con la rotación del desviador 301.

El aparato de control de fluido descrito anteriormente se puede configurar para seleccionar la producción de petróleo sobre la producción de agua basada en las densidades relativas de los dos fluidos. En un pozo de gas, el aparato de control de fluido se puede configurar para seleccionar la producción de gas sobre la producción de petróleo o de agua. La invención descrita en la presente también se puede usar en métodos de inyección. El ensamble de control de fluido se invierte en orientación de manera que el flujo de fluido de inyección entre desde la superficie al ensamble anterior para entrar a la formación. En una operación de inyección, el ensamble de control opera para restringir el flujo de un fluido no deseado, tal como agua, mientras que no proporciona resistencia aumentada al flujo de un fluido deseado, tal como vapor o dióxido de carbono. El aparato de control de fluido descrito en la presente también se puede usar en otras operaciones de pozo, tal como reacondicionamiento, cementación, cementación inversa, empaque con grava, fracturación hidráulica, etc. Otros usos serán evidentes para los expertos en la materia.

Las Figuras 21 y 22 son vistas ortogonales de otra realización de un aparato de control de flujo de fluidos de la invención que tiene un brazo desviador giratorio y un ensamble de válvula. El aparato de control de fluido 525 tiene un ensamble desviador 600 y un ensamble de válvula 700 posicionados en un tubo 550. El tubo 550 tiene una entrada 552 y

una salida 554 para permitir el flujo de fluido a través del tubo. El ensamble desviador 600 incluye un brazo desviador 602 el cual rota alrededor del pivote 603 entre una posición cerrada, observada en la Figura 21, y una posición abierta, observada en la Figura 22. El brazo desviador 602 es accionado por el cambio en la densidad del fluido en el cual este se sumerge. Similar a las descripciones anteriores, el brazo desviador 602 tiene menos flotabilidad cuando el fluido que fluye a través del tubo 550 es de una densidad relativamente baja y se mueve hasta la posición cerrada. Cuando el fluido cambia a una densidad relativamente mayor, la flotabilidad del brazo desviador 602 aumenta y el brazo se acciona, moviéndose hacia arriba hasta la posición abierta. El extremo pivote 604 del brazo desviador tiene una sección transversal relativamente estrecha, permitiendo el flujo de fluido en cualquier lado del brazo. El extremo libre 606 del brazo desviador 602 es preferentemente de una sección transversal sustancialmente rectangular lo cual restringe el flujo a través de una porción del tubo. Por ejemplo, el extremo libre 606 del brazo desviador 602, como se observa en la Figura 21, restringe el flujo de fluido a lo largo de la parte inferior del tubo, mientras que en la Figura 22 el flujo se restringe a lo largo de la porción superior del tubo. El extremo libre del brazo desviador no bloquea completamente el flujo a través del tubo.

El ensamble de válvula 700 incluye un miembro de válvula rotatorio 702 montado de manera giratoria en el tubo 550 y móvil entre una posición cerrada, observada en la Figura 21, en donde el flujo de fluido a través del tubo se restringe, y una posición abierta, observada en la Figura 22, en donde el fluido se deja fluir con menos restricción a través del ensamble de válvula. El miembro de válvula 702 rota alrededor del pivote 704. El ensamble de válvula se puede diseñar para restringir parcial o completamente el flujo de fluido cuando está en la posición cerrada. Un brazo de flujo estacionario 705 se puede utilizar para controlar además los patrones de flujo de fluido a través del tubo.

El movimiento del brazo desviador 602 afecta el patrón de flujo de fluido a través del tubo 550. Cuando el brazo desviador 602 está en la posición cerrada o inferior, observada en la Figura 15, el fluido que fluye a través del tubo se dirige principalmente a lo largo de la porción superior del tubo. De manera alternativa, cuando el brazo desviador 602 está en la posición abierta o superior, observada en la Figura 22, el fluido que fluye a través del tubo se dirige principalmente a lo largo de la porción inferior del tubo. Por lo tanto, el patrón de flujo de fluido es afectado por la densidad relativa del fluido. En respuesta al cambio en el patrón de flujo de fluido, el ensamble de válvula 700 se mueve entre las posiciones abierta y cerrada. En la realización mostrada, el aparato de control de fluido 525 se diseña para seleccionar un fluido de una densidad relativamente mayor. Es decir, un fluido más denso, tal como petróleo, provocará que el brazo desviador 602 "flote" hasta una posición abierta, como en la Figura 22, afectando de esta manera el patrón de flujo de fluido y abriendo el ensamble de válvula 700. Cuando el fluido cambia a una menor densidad, tal como gas, el brazo desviador 602 se "hunde" hasta la posición cerrada y el flujo de fluido afectado provoca que el ensamble de válvula 700 se cierre, restringiendo el flujo del fluido menos denso.

Un contrapeso se puede usar para ajustar la densidad del fluido en el cual el brazo desviador 602 "flota" o se "hunde" y también se puede usar para permitir que el material del brazo flotador tenga una densidad significativamente mayor que el fluido donde el brazo desviador "flota." Como se explicó anteriormente en relación al sistema desviador rotatorio, la flotabilidad relativa o la densidad efectiva del brazo desviador en relación a la densidad del fluido

detérminarán las condiciones bajo las cuales el brazo desviador cambiará entre las posiciones abierta y cerrada o superior e inferior.

Por supuesto, la realización observada en la Figura 21 se puede diseñar para seleccionar fluidos más o menos densos como se describió anteriormente en la presente, y se puede utilizar en varios métodos y procesos, como se entenderá por un experto en la materia.

Las Figuras 23-26 muestran además vistas detalladas en sección transversal de realizaciones de un aparato de control de flujo que utiliza un brazo desviador como en la Figura 21. En la Figura 23, el miembro de válvula de control de flujo 702 es una cuña giratoria 710 que es móvil alrededor del pivote 711 entre una posición cerrada (mostrada), en donde la cuña 710 restringe el flujo a través de una salida 712 que se extiende a través de una pared 714 del ensamble de válvula 700, y una posición abierta, en donde la cuña 710 no restringe el flujo a través de la salida 712.

De manera similar, la Figura 24 muestra una realización que tiene un miembro de válvula en forma de cuña giratoria 720. El miembro de válvula en forma de cuña 720 se observa en una posición abierta con el flujo de fluido no restringido a través de la salida de válvula 712 a lo largo de la porción inferior del tubo. Note que la salida de válvula 712 en este caso se define en parte por la superficie interior del tubo y en parte por la pared de válvula 714. El miembro de válvula 720 rota alrededor del pivote 711 entre la posición abierta y cerrada.

La Figura 25 muestra otra realización de ensamble de válvula que tiene un miembro de válvula de disco giratorio 730 el cual rota alrededor del pivote 711 entre una posición abierta (mostrada) y una posición cerrada. Se puede emplear además un brazo de flujo estacionario 734.

Las Figuras 21-25 son realizaciones ejemplares de aparatos de control de flujo que tienen un brazo desviador móvil lo cual afecta los patrones de flujo de fluido dentro de un tubo y un ensamble de válvula el cual se mueve entre una posición abierta y cerrada en respuesta al cambio en el patrón de flujo de fluido. Las especificaciones de las realizaciones son como ejemplo y no son limitativas. El brazo desviador de flujo se puede mover alrededor de un pivote o pivotes, de manera deslizante, flexionándose, o se puede mover de cualquier otra manera. El desviador se puede hacer de cualquier material adecuado o combinación de materiales. El tubo puede ser de sección transversal circular, como se muestra, o de cualquier otra forma. La sección transversal del brazo desviador se muestra ahusada en un extremo y prácticamente rectangular en el otro extremo, pero se pueden emplear otras formas. Los ensambles de válvula pueden incluir salidas múltiples, álabes estacionarios, y paredes formadas. El miembro de válvula puede tomar cualquier forma conocida que pueda moverse entre una posición abierta y cerrada por un cambio en el patrón de flujo de fluido, tal como un disco, cuña, etc. El miembro de válvula además se puede mover alrededor de un pivote o pivotes, de manera deslizante, flexionándose, o se puede mover de cualquier otra manera. El miembro de válvula puede restringir parcial o completamente el flujo a través del ensamble de válvula. Estos y otros ejemplos serán evidentes para los expertos en la materia.

Como con las otras realizaciones descritas en la presente, las realizaciones en las Figuras 21-25 se pueden diseñar para seleccionar cualquier fluido basado en una densidad meta. El brazo desviador se puede seleccionar para proporcionar patrones de flujo diferentes en respuesta a cambios de la composición del fluido entre petróleo, agua, gas,

etc., como se describió en la presente. Estas realizaciones también se pueden usar para varios procesos y métodos tales como producción, inyección, reacondicionamiento, cementación y cementación inversa.

La Figura 26 es una vista esquemática de una realización de un aparato de control de flujo de acuerdo con la invención que tiene un desviador de flujo accionado por el flujo de fluido a lo largo de trayectorias de flujo dobles. El aparato de control de flujo 800 tiene un ensamble de trayectoria de flujo doble 802 con una primera trayectoria de flujo 804 y una segunda trayectoria de flujo 806. Las dos trayectorias de flujo se diseñan para proporcionar resistencias diferentes al flujo de fluido. La resistencia en al menos una de las trayectorias de flujo depende de los cambios en la viscosidad, tasa de flujo, densidad, velocidad, u otra característica del flujo de fluido del fluido. Las variaciones y trayectorias de flujo ejemplares se describen en detalles en la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 12/700,685, de Jason Dykstra, y otros., presentada el 4 de Febrero de 2010, cuya solicitud, de esta manera, se incorpora como referencia en la presente en su totalidad para todos los propósitos. Consecuentemente, solamente una realización ejemplar se describirá brevemente en la presente.

En la realización ejemplar de la Figura 26, la primera trayectoria de flujo de fluido 804 se selecciona para impartir una caída de presión en el fluido que fluye a través de la trayectoria la cual depende de las propiedades del flujo de fluido. La segunda trayectoria de flujo 806 se selecciona para tener una tasa de flujo diferente, dependiendo de las propiedades del flujo de fluido, que la primera trayectoria de flujo 804. Por ejemplo, la primera trayectoria de flujo puede comprender una sección tubular larga y estrecha mientras que la segunda trayectoria de flujo es un dispositivo de caída de presión tipo orificio que tiene al menos un orificio 808, como se observa. Las tasas de flujo relativas a través de la primera y segunda trayectorias de flujo definen una relación de flujo. Cuando las propiedades del flujo de fluido cambian, la relación flujo de fluido cambiará. En este ejemplo, cuando el fluido consiste de una proporción relativamente más grande de petróleo u otro fluido viscoso la relación de flujo será relativamente baja. Cuando el fluido cambia a una composición menos viscosa, tal como cuando el gas natural está presente, la relación aumentará cuando el flujo de fluido a través de la primera trayectoria aumenta en relación al flujo a través de la segunda trayectoria.

Otros diseños de trayectoria de flujo se pueden emplear como se enseña en la referencia incorporada, que incluye múltiples trayectorias de flujo, se pueden emplear múltiples dispositivos de control de flujo, tal como placas orificio, rutas tortuosas, etc.. Adicionalmente, las rutas se pueden diseñar para exhibir relaciones de flujo diferentes en respuesta a otra característica del flujo de fluido, tal como la tasa de flujo, velocidad, densidad, etc., como se explica en la referencia incorporada.

El ensamble de válvula 820 tiene una primera entrada 830 en comunicación de fluido con la primera trayectoria de flujo 804 y una segunda entrada 832 en comunicación de fluido con la segunda trayectoria de flujo 806. Un miembro de válvula móvil 822 se posiciona en una cámara de válvula 836 y se mueve o se acciona en respuesta al fluido que fluye dentro de las entradas de válvula 830 y 832. El miembro de válvula móvil 822, en una realización preferida, rota alrededor del pivote 825. El pivote 825 se posiciona para controlar el giro del miembro de válvula 822 y se puede separar del centro, como se muestra, para proporcionar la respuesta deseada al flujo de las entradas. Los miembros de válvula móviles alternativos pueden rotar, girar, deslizarse, curvarse, flexionarse, o moverse de cualquier otra manera en respuesta al flujo de fluido. En un ejemplo, el miembro de válvula 822 se diseña para rotar alrededor del pivote 825 hasta

una posición abierta, observada en la Figura 26, cuando el fluido se compone de una cantidad relativamente alta de petróleo, mientras que se mueve hasta una posición cerrada cuando el fluido cambia a un cantidad relativamente mayor de gas natural. Nuevamente, el ensamble de válvula y el miembro se pueden diseñar para abrir y cerrar cuando el fluido es de una cantidad meta con una característica del flujo de fluido y puede seleccionar el petróleo frente al gas natural, el petróleo frente al agua, el gas natural frente al agua, etc.

El miembro de válvula móvil 822 tiene un sensor de flujo 824 con primer y segundo brazos sensores de flujo 838 y 840, respectivamente. El sensor de flujo 824 se mueve en respuesta a cambios en el patrón de flujo del fluido a través de las entradas 830 y 832. Específicamente, el primer brazo sensor 838 se posiciona en la trayectoria de flujo de la primera entrada 830 y el segundo brazo sensor 840 se posiciona en la trayectoria de flujo de la segunda entrada 832. Cada uno de los brazos sensores tiene superficies de impacto 828. En una realización preferida, las superficies de impacto 828 son de un diseño paso de escalera para maximizar la fuerza hidráulica cuando la parte rota. El miembro de válvula 822 también tiene un brazo de restricción 826 el cual puede restringir la salida de válvula 834. Cuando el miembro de válvula está en la posición abierta, como se muestra, el brazo de restricción permite el flujo de fluido a través de la salida con mínima o sin restricción. Cuando el miembro de válvula rota hacia una posición cerrada, el brazo de restricción 826 se mueve para restringir el flujo de fluido a través de la salida de válvula. La válvula puede restringir el flujo de fluido a través de la salida parcial o completamente.

La Figura 27 es una vista lateral en sección transversal de otra realización de un aparato de control de flujo 900 de la invención que tiene un ensamble de resistencia accionado por flujo rotatorio. El fluido fluye hacia el conducto tubular 902 y provoca la rotación del ensamble de resistencia accionado por flujo rotacional. El flujo de fluido imparte rotación a los álabes direccionales 910 los cuales se unen al miembro rotacional 904. El miembro rotacional se posiciona de manera móvil en el tubo para rotar alrededor de un eje longitudinal de rotación. Cuando el miembro rotacional 904 rota, la fuerza angular se aplica a los miembros de balanza 912. Mientras más rápida es la rotación, una mayor fuerza se imparte a los miembros de balanza y mayor es su tendencia a moverse radialmente hacia afuera de los ejes de rotación. Los miembros de balanza 912 se muestran como pesos esféricos, pero pueden tomar cualquier forma alternativa. En una tasa de rotación relativamente baja, el miembro de soporte de válvula 916 y miembro de restricción unido 914 permanecen en la posición abierta, observada en la Figura 27. Cada uno de los miembros de balanza 912 se une de manera móvil al miembro rotacional 904, en una realización preferida, por los brazos de balanza 913. Los brazos de balanza 913 se unen al miembro de soporte de válvula 916 el cual se monta de manera deslizable en el miembro rotacional 904. Cuando los miembros de balanza se mueven radialmente hacia afuera, los brazos de balanza giran radialmente hacia afuera, moviendo de esta manera el miembro de soporte de válvula longitudinalmente hacia una posición cerrada. En la posición cerrada, el miembro de soporte de válvula se mueve longitudinalmente en una dirección aguas arriba (a la izquierda en la Figura 27) con un movimiento correspondiente del miembro de restricción 914. El miembro de restricción 914 coopera con la pared de válvula 922 para restringir el flujo de fluido a través de salida de válvula 920 cuando está en la posición cerrada. La restricción de flujo de fluido a través de la salida depende de la tasa de rotación del ensamble de resistencia accionado por flujo rotacional 904.

La Figura 28 es una vista lateral en sección transversal de la realización del aparato de control de flujo 900 de la Figura 27 en una posición cerrada. El flujo de fluido en el conducto tubular 902 ha provocado la rotación del ensamble de resistencia accionado por flujo rotacional 904. En una tasa de rotación relativamente alta, el miembro de soporte de válvula 916 y el miembro de restricción unido 914 se mueven hasta la posición cerrada observada en la Figura 28. Los miembros de balanza 912 se mueven radialmente hacia afuera desde el eje longitudinal por la fuerza centrífuga, girando los brazos de balanza 913 lejos del eje longitudinal. Los brazos de balanza 913 se unen al miembro de soporte de válvula 916 el cual se mueve de manera deslizable en el miembro rotacional 904. Los miembros de balanza se han movido radialmente hacia afuera, los brazos de balanza giran radialmente hacia afuera, moviendo de esta manera el miembro de soporte de válvula longitudinalmente hacia la posición cerrada mostrada. En la posición cerrada, el miembro de soporte de válvula se mueve longitudinalmente en una dirección aguas arriba con un movimiento correspondiente del miembro de restricción 914. El miembro de restricción 914 coopera con la pared de válvula 922 para restringir el flujo de fluido a través de salida de válvula 920 cuando está en la posición cerrada. La restricción de flujo de fluido a través de la salida depende de la tasa de rotación del ensamble de resistencia accionado por flujo rotacional 904. La restricción de flujo puede ser parcial o completa. Cuando el flujo de fluido se hace más lento o se detiene debido a un movimiento del miembro de restricción 914, la velocidad rotacional del ensamble se hará más lenta y la válvula se moverá una vez más hasta la posición abierta. Para este propósito, el ensamble puede ser presionado hacia la posición abierta por un miembro de presión, tal como un resorte de presión o similares. Se espera que el ensamble se abra y se cierre cíclicamente cuando la posición del miembro de restricción cambie.

La tasa rotacional del ensamble de rotación depende de una característica seleccionada del fluido o flujo de fluido. Por ejemplo, el ensamble rotacional mostrado es dependiente de la viscosidad, con mejor resistencia al movimiento rotacional cuando el fluido es de una viscosidad relativamente alta. Cuando la viscosidad del fluido disminuye, la tasa rotacional del ensamble de rotación aumenta, restringiendo de esta manera el flujo a través de la salida de válvula. De manera alternativa el ensamble rotacional puede rotar en tasas que varían en respuesta a otras características del fluido tal como velocidad, tasa de flujo, densidad, etc., como se describe en la presente. El ensamble accionado por flujo rotacional se puede utilizar para restringir el flujo de fluido de una característica meta pre-seleccionada. De esta manera, el ensamble se puede usar para permitir el flujo del fluido cuando este es de una composición meta, tal como contenido de petróleo relativamente alto, mientras restringe el flujo cuando el fluido cambia a un contenido relativamente mayor de un componente menos viscoso, tal como el gas natural. De manera similar, el ensamble se puede diseñar para seleccionar el petróleo sobre el agua, el gas natural sobre el agua, o el gas natural sobre el petróleo en un método de producción. El ensamble también se puede usar en otros procesos, tal como cementación, inyección, reacondicionamiento y otros métodos.

Adicionalmente, diseños alternativos están disponibles para el ensamble de resistencia accionado por flujo rotacional. Las balanzas, brazos de balanza, álabes, miembro de restricción y miembro de soporte de restricción pueden ser todos de diseños alternativos y se pueden posicionar aguas arriba o abajo de unos con respecto a otros. Otras decisiones de diseños serán evidentes para los expertos en la materia.

Mientras que esta invención se ha descrito con referencia a las realizaciones ilustrativas, esta descripción no debe entenderse en el sentido limitante. Varias modificaciones y combinaciones de las realizaciones ilustrativas así como también otras realizaciones de la invención, serán evidentes para los expertos en la materia después de referirse a la descripción. Por lo tanto, se entiende que las reivindicaciones adjuntas engloban cualquiera de dichas modificaciones o realizaciones.