

SISTEMA PARA DESCUBRIR SUCESIVAMENTE PUERTOS A LO LARGO DE UN POZO PARA PERMITIR LA INYECCIÓN DE UN FLUIDO A LO LARGO DE DICHO POZO

REFERENCIA CRUZADA

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de Patente de los Estados Unidos con el número de serie 14 / 697,271 presentada el 27 de abril de 2015 y la Solicitud de Patente Canadiense CA 2,904,470 presentada el 18 de septiembre de 2015, ambas con el título "SISTEMA PARA DESCUBRIR SUCESIVAMENTE PUERTOS A LO LARGO DE UN POZO PARA PERMITIR LA INYECCIÓN DE UN FLUIDO A LO LARGO DE DICHO POZO".

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a revestimientos de múltiples etapas utilizados en terminaciones de agujero abierto o revestido para la inyección de fluidos en sucesivas ubicaciones contiguas a lo largo de un pozo para crear múltiples fracturas en una zona de hidrocarburo a lo largo del pozo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Este antecedente y los documentos mencionados a continuación se proporcionan con el fin de hacer que la información conocida, que el solicitante considera de posible relevancia para la presente invención y en particular, que permite al lector comprender las ventajas de la invención acerca de dispositivos y métodos conocidos por el inventor, pero que no es necesariamente pública. No se pretende realizar ninguna admisión, ni debe interpretarse como la admisión, de que cualquiera de los siguientes documentos o métodos conocidos por el inventor constituyen un estado de la técnica legalmente citable contra la presente invención.

Después de perforar un pozo de petróleo o de gas dentro de una formación subterránea de hidrocarburos, es necesario completar las zonas de interés, es decir, acondicionadas típicamente mediante una operación de fracturación, para producir con la mayor rapidez y en la mayor medida posible petróleo y / o gas en cada zona determinada. Si la zona de interés requiere un tipo de estimulación de la fractura, incluyendo, pero sin limitarse a, fractura ácida o fractura apuntalada, se aislará la zona de interés para enfocar la fractura en la zona particular y para prevenir la fractura en otras zonas que podrían ser no deseadas.

Pueden usarse sistemas de revestimiento antes de conducir la estimulación de la fractura y pueden emplearse en aplicaciones de orificio abierto o de orificio revestido.

En la estimulación de pozos direccionales y horizontales, puede ser deseable tratar múltiples etapas en una sola zona, conocida como una agrupación, con una única estimulación de la fractura. También puede ser deseable tratar más de una zona con una sola estimulación de fractura para ahorrar tiempo y gastos asociados con múltiples tratamientos y tiempo invertido en la utilización de tubos y herramientas dentro y fuera del pozo.

Se han utilizado diversas herramientas y sistemas de fondo de pozo para estimular pozos, permitiendo el tratamiento / fracturado en múltiples regiones contiguas dentro de una única zona.

Un gran número de tales herramientas y sistemas requieren componentes dentro del orificio del revestimiento en cada válvula, lo que restringe de manera desventajosa el flujo de fluido a través del revestimiento durante las operaciones de bombeo por fractura y además, en la medida en que tales sistemas o restos permanecen, restringen de manera similar la producción de hidrocarburos. Debido a dichas restricciones de flujo, se producen caídas de presión, lo que resulta en operaciones menos eficientes, ya que se incurre en una pérdida de presión antes de que el fluido de fractura entre en contacto con la zona. Idealmente, se desea menos caída de presión para llevar a cabo una estimulación de fractura más eficiente en cada etapa y en la adición. Además, dichas herramientas y métodos requieren el fresado de dichos componentes en cada posición de válvula antes de realizar el cambio al flujo de producción desde las zonas que contienen hidrocarburos. Es deseable tener menos materiales / componentes para el fresado en el interior del revestimiento de pozo inmediatamente antes de comenzar la producción desde las zonas que contienen hidrocarburos.

Existen numerosas patentes y solicitudes pendientes de patente relacionadas con aparatos y sistemas para abrir una pluralidad de puertos en un revestimiento dentro de un pozo en múltiples lugares contiguos a lo largo de la misma, para permitir la inyección de un fluido desde dicho revestimiento hacia una formación de hidrocarburos, de manera típica con el fin de fracturar la formación en dichos lugares.

Por ejemplo, la Patente US No. 8,215,411 enseña una pluralidad de válvulas

de apertura de camisa / agrupación a lo largo de un revestimiento para tratamiento de pozo, y utiliza un elemento de bola o tapón para abrir una camisa en cada válvula permitiendo de este modo la comunicación de fluido entre el orificio y un puerto en el alojamiento de la camisa. Esta invención requiere, sin embargo, un asiento de bola correspondiente a cada camisa en una válvula de agrupación, lo que puede restringir el flujo. La presencia de un asiento de bola en cada válvula a ser abierta, debido a la restricción de orificio resultante en cada camisa de válvula, lleva a una caída de presión significativa a través del conjunto de válvula de agrupación.

La Patente US No. 8,395,879 enseña una camisa deslizable accionada hidrostáticamente. De nuevo, dicha configuración utiliza una sola bola, pero cada configuración de camisa deslizable requiere su propio asiento de bola.

La Patente US Nº 4,893,678 describe una herramienta y un método de fondo de pozo múltiple que utiliza una única bola. De nuevo, cada válvula requiere un asiento que es integral con una camisa deslizable, y que permanece con cada válvula / puerto. Cuando la camisa / asiento es forzado por la bola a deslizarse y de esta manera abrir el puerto, los dedos de pinza pueden entonces moverse radialmente hacia afuera, desenganchando la bola y permitiendo que la bola viaje aún más al fondo del pozo para accionar (abrir) otros puertos.

La publicación de solicitud de patente US Nº 2014/0102709 describe una herramienta y un método para fracturar un pozo que utiliza una única bola, cada válvula con un asiento de bola deformable. De nuevo, cada válvula tiene un asiento de válvula que permanece con cada válvula / puerto.

Otras patentes y solicitudes publicadas evitan el problema de que cada válvula / puerto tenga un asiento de bola que permanece con cada válvula y proveen un elemento de dardo o bola que acciona un cierto número de válvulas / puertos. Sin embargo, dichos diseños no están exentos de sus propios inconvenientes.

Por ejemplo, el documento US 2013/0068484 publicado el 21 de marzo de 2013, muestra en la Fig. 6 del mismo, entre otras, (y también con el mismo fin US 2004/0118564 publicado el 24 de junio de 2004, también en la figura 6 del mismo) muestra una camisa deslizable axialmente móvil 322 que es capaz de accionar (es decir, abrir) una serie de camisas de puerto de fondo de pozo 325a, 325b para abrir de ese modo los correspondientes puertos de fondo de pozo 317a, 317a' que están normalmente cubiertos por la camisa de puerto 325a y, de manera similar, abrir a continuación los puertos de fondo de pozo 317b, 317b' normalmente cubiertos por la

camisa de puerto 325b. La camisa deslizable 322 está montada mediante un pasador de cizalla 350 en la cuerda de tubo. Se inserta un tapón / bola 324 en el tubo y la presión del fluido hacia la boca del pozo allí ejercida hace que el tapón 324 se desplace hacia abajo en la cuerda y se apoye contra la camisa deslizable 322, provocando además que el pasador de cizallamiento 350 corte y que entonces la camisa 322 sea llevada al fondo del pozo. Los vástagos 351 presionados por muelles en la periferia exterior de la camisa deslizable 322 se acoplan entonces al perfil interior 353a en la camisa deslizable 325a y hacen que la camisa 325a (debido a la presión del fluido que actúa sobre el tapón 324) se mueva hacia el fondo del pozo abriendo de esta manera los puertos 317a, 317a'. Como se observa en el párrafo [0071] del mismo, la aplicación continuada de la presión del fluido hace que los vástagos 351 colapsen, liberando así la camisa 322 del acoplamiento con el perfil interno 353a en la camisa deslizable 325 y permitiendo que la camisa 322 viaje aún más hacia el fondo del pozo y accione (es decir, abra) más camisas de la misma manera. Aunque no se menciona ni se muestra de manera expresa en el documento US 2013/0068484, se requieren sellos alrededor de los vástagos 351 para permitir la creación de una diferencia de presión cuando se aplica dicha aplicación continuada de presión de fluido, para provocar el colapso de dichos vástagos para permitir el desacoplamiento con una primera camisa y permitir que el dardo continúe su trayectoria hacia el fondo del pozo para el accionamiento subsiguiente de camisas y puertos de fondo de pozo adicionales. La necesidad de sellos alrededor de los vástagos 351 introduce necesariamente una complejidad mecánica añadida y la posibilidad de que no se pueda liberar la camisa 322 del acoplamiento si se presentara una fuga en dichos sellos debido a la entonces incapacidad para crear un diferencial de presión.

El documento WO 2013/048810 titulado "Multizone Treatment System" ("*Sistema de Tratamiento de Multizona*"), publicado el 4 de abril de 2013, describe un sistema y método para abrir sucesivamente dispositivos de control de flujo (que pueden ser camisas deslizables) en una cadena de tubos a lo largo de una longitud de la misma, comenzando con la válvula más al fondo del pozo y abriendo una camisa en dicha posición y mediante la inserción de dardos adicionales que avanzan sucesivamente hacia arriba en la cadena de tubos para abrir otras camisas adicionales hacia la boca del pozo. La cadena de tubos está provista de una pluralidad de dispositivos de control de flujo espaciados, tales como camisas deslizables, teniendo cada uno una cavidad anular localizada allí, con un perfil único con relación a otros dispositivos de control de flujo. Se inyecta un primer dardo, que tiene una característica de acoplamiento dimensionada para corresponder con una

cavidad anular localizada seleccionada de un dispositivo de control de flujo particular situado más al fondo del pozo, y dicho dardo pasa para accionar el dispositivo de control de flujo para permitirle abrir un puerto. El proceso se repite progresivamente para dispositivos de control de flujo hacia la boca del pozo adicionales inyectando dardos adicionales, que tienen características correspondientes para acoplar un dispositivo de control de flujo seleccionado. A continuación se perfora removiendo los dardos para permitir la producción a partir de la tubería. De manera desventajosa, sólo un dardo puede abrir un puerto y, por lo tanto, no es posible abrir una pluralidad de puertos contiguos y espaciados con un solo dardo usando dicho aparato / método, por lo que el sistema / método requiere demasiado tiempo.

El documento CA 2,842,568, titulado "Apparatus and Method for Perforating a Wellbore Casing, and Method and Apparatus for Fracturing a Formation" ("*Aparato y Método para Perforar una Envoltura de Pozo y Método y Aparato para Fracturar una Formación*") publicado el 29 de mayo de 2014, enseña, entre otros, elementos de dardo similares al dardo del documento WO 2013/048810, teniendo cada dardo un perfil protuberante muelle inclinado dimensionado de manera única para acoplar una cavidad anular de tamaño similar sobre una pluralidad de camisas deslizables de fondo de pozo y, de este modo, abrir la camisa deslizante, estando previstos medios adicionales en cada una de dichas camisas deslizables para permitir que el elemento de dardo único siga viajando hacia el fondo del pozo y abra camisas adicionales que tienen cavidades anulares de tamaño similar. No se proporciona una camisa de pinza y se usa una superficie no biselada en la cavidad anular de la camisa más al fondo del pozo para evitar que el dardo se desplace más hacia el fondo del pozo. De manera desventajosa, en comparación con el sistema que se describe a continuación, la configuración del dardo, es decir, tener un perfil de muelle inclinado y un sello de copa en el mismo, requiere esencialmente que el dardo sea virtualmente sólido y por lo tanto implica una obstrucción permanente del pozo una vez que se abre la última de una serie de camisas deslizables. Si se desea accionar camisas adicionales hacia la boca del pozo utilizando un segundo dardo (que tiene un perfil de muelle inclinado sobresaliente más estrecho que el del primer dardo usado), el primer dardo debe ser instalado usando una herramienta de localización y después recuperado, después de accionar una pluralidad de camisas y puertos asociados usando dicha herramienta, como se muestra en las Figuras 9A-9D. Un sistema de este tipo implica el uso de una gran cantidad de equipos en la superficie y la necesidad de un puerto de derivación que pueda abrirse y cerrarse para permitir una operación eficaz incluyendo la inserción y extracción de la herramienta de localización. Estas etapas y características complican el funcionamiento de dicho

sistema de la técnica anterior y aumentan los costos y el tiempo.

Existe la necesidad de tener un sistema eficaz y más sencillo que elimine las herramientas de la superficie para abrir la tubería de producción para uso después de la activación de dichos puertos.

RESUMEN DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema alternativo adicional a sistemas y métodos existentes para abrir puertos contiguos espaciados situados a lo largo de un tubo dentro de un pozo para permitir la inyección de fluido en una formación de hidrocarburos.

Es un objeto adicional de la presente invención, en ciertas realizaciones de la misma, proporcionar un sistema que puede abrir selectivamente grupos de puertos continuos a lo largo de un revestimiento de tubería por separado, para permitir la fracturación separada y discreta de varias zonas de hidrocarburo situadas de forma diferente que pueden existir a lo largo de una longitud de un revestimiento de tubería dentro de un pozo en una formación de hidrocarburos.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema que pueda hacer cada una de las anteriores cosas, y a la vez proporcionar una restricción mínima al orificio del revestimiento de tubería para maximizar de ese modo la producción y el caudal de hidrocarburo del mismo.

Otro objeto adicional de ciertas realizaciones de la presente invención es poder llevar a cabo cada uno de los objetos anteriores, pero no obstante no tener que, después de la terminación de la apertura de los puertos y el proceso de fracturación, insertar un escariador para escariar cualquier obstrucción de flujo restante dentro del revestimiento de tubería, y así evitar pasos adicionales antes de poder producir hidrocarburos desde un pozo.

Por consiguiente, en una primera realización amplia, la presente invención proporciona un sistema para descubrir sucesivamente una pluralidad de puertos contiguos separados a lo largo de un pozo, que comprende:

(i) un revestimiento tubular que tiene un orificio, que comprende además:

(a) una pluralidad de dichos puertos espaciados longitudinalmente y contiguamente a lo largo de dicho revestimiento tubular;

- (b) una pluralidad correspondiente de elementos de camisa deslizable cilíndricos, cada uno deslizable longitudinalmente dentro de dicho orificio, cada uno configurado en una posición cerrada inicial para solapar uno de dichos puertos correspondientes, y cuando es deslizado a una posición abierta para descubrir dicho puerto, cada uno de dichos elementos de camisa deslizable tiene una ranura circunferencial interior en el mismo;
 - (c) un elemento de cizallamiento, que asegura inicialmente dichos elementos de camisa deslizable en dicha posición cerrada inicial, y que puede ser compartido cuando se aplica una fuerza a uno de dichos elementos de camisa deslizables respectivos;
- (ii) un elemento de accionamiento situado dentro de dicho orificio, que comprende:
 - (a) una camisa de pinza cilíndrica hueca, que tiene una protuberancia inclinada radialmente hacia afuera y sobresaliente, estando dicha protuberancia configurada para encajar sucesivamente de forma coincidente cada una de dichas ranuras circunferenciales interiores respectivas sobre dichos elementos de camisa deslizable, en donde dicha protuberancia tiene un ancho sustancialmente igual o menor que el ancho de dichas ranuras circunferenciales en cada uno de dichos elementos de camisa deslizable, en donde dicha protuberancia puede comprimirse hacia adentro para permitir que dicha camisa de pinza y su protuberancia se desacoplen de la posición de acoplamiento coincidente en dicha ranura circunferencial;
 - (b) un elemento de tapón situado dentro de dicha camisa de pinza y cuando está en una primera posición situada en un extremo de boca de pozo de la misma, que al menos durante un tiempo limitado junto con dicha camisa de pinza obstruye sustancialmente el paso de fluido dentro de dicho orificio cuando dicha camisa de pinza y elemento de tapón están situados juntos en dicho orificio;

- (c) un pasador de cizallamiento, fijando de forma liberable a dicho elemento de tapón a un extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza, que puede cortarse cuando se aplica una fuerza a dicho elemento de tapón para hacer que dicho elemento de tapón se mueva hacia el fondo del pozo en dicha camisa de pinza hasta una segunda posición allí, previniendo que dicha protuberancia se comprima de manera forzada hacia adentro y, de este modo, mantener dicha protuberancia en acoplamiento coincidente con dicha ranura circunferencial;

En donde la presión de fluido aplicada en un extremo de boca de pozo de dicho elemento de accionamiento hace que dicho elemento de accionamiento se mueva hacia el fondo del pozo y acople sucesivamente dicha ranura circunferencial en cada uno de dichos elementos de camisa deslizables y mueva dichos elementos de camisa deslizables hacia el fondo del pozo para descubrir de esta manera cada uno de dichos puertos;

En donde la presión de fluido requerida para cizallar dichos elementos de cizallamiento en todos los mencionados elementos de camisa deslizables excepto en el elemento de camisa deslizables que se encuentra más al fondo del pozo, es menor que la presión de fluido requerida para cizallar dichos pasadores de cizallamiento asegurando dicho elemento de tapón a dicho extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza; y

En donde dicho elemento de tapón, al abrir el elemento de camisa deslizables más al fondo del pozo, cizalla dicho pasador de cizalla y se mueve hacia el fondo del pozo en dicha camisa de pinza desde dicha primera posición a dicha segunda posición evitando así que dicha protuberancia se comprima hacia adentro.

En otro perfeccionamiento, el revestimiento de tubería está provisto además de placas de ráfagas que cubren cada uno de dichos puertos, estando dichas placas de ráfaga adaptadas para romperse y permitir la comunicación de fluido desde dicho orificio a dicho puerto a una presión de fluido en dicho orificio que es mayor que y excede la presión de fluido necesaria para:

- (i) hacer que dicho elemento de tapón y camisa de pinza cizallen dicho elemento de cizallamiento; y

- (ii) hacer que dicho elemento de tapón cizalle dicho pasador de cizallamiento y mueva dicho elemento de tapón a dicha segunda posición.

En un perfeccionamiento adicional, el elemento de tapón puede disolverse, y después de moverse a dicha segunda posición y después de un período de tiempo expuesto a fluido dentro de dicho orificio, se disuelve. Esto evita ventajosamente tener que insertar un escariador de fondo de pozo en el interior del revestimiento de tubería, una vez que se ha completado la inyección de fluido en la formación a través de los puertos abiertos, con el fin preparar el revestimiento de tubería para su producción de modo que permita que los hidrocarburos ubicados más al fondo del pozo puedan fluir a la superficie.

En un perfeccionamiento adicional del sistema mencionado anteriormente, se proporcionan medios para bloquear las camisas deslizables en la posición abierta una vez que dichas camisas deslizables han sido movidas por el tapón y la camisa de pinza a la posición abierta descubriendo dichos puertos. De este modo, en una realización preferida, se proporciona un elemento de anillo elástico con cada uno de dicha pluralidad de elementos de camisa deslizable, cuyo elemento de anillo elástico bloquea cada elemento de camisa deslizable en dicha posición abierta cuando dicho elemento de camisa deslizable se mueve a dicha posición abierta. Para las personas versadas en la materia serán evidentes otros medios similares de bloquear cada camisa deslizable en una posición abierta, las cuales se contemplan alternativamente para su uso en el sistema de la presente invención para bloquear las camisas deslizables en la posición abierta.

En un perfeccionamiento adicional, el elemento de tapón tras el movimiento a dicha segunda posición impide que dicha protuberancia se comprima hacia adentro, y se impide además que dicho elemento de accionamiento presente un movimiento adicional más hacia el fondo del pozo.

En una realización preferida adicional, se utiliza una pluralidad de elementos de accionamiento, comprendiendo cada uno una camisa de pinza que tiene una protuberancia sobre los mismos con un ancho diferente, para descubrir una pluralidad de grupos de puertos espaciados discretos / separados, en donde cada uno de los grupos de puertos en el revestimiento se sitúa en diferentes zonas de la formación. Esto permite la inyección de fluido en zonas separadas del pozo, en un momento y en una secuencia determinados por el ingeniero de terminación que

controla el proceso de fractura / finalización para ser lo más óptimo para permitir la mayor recuperación del pozo.

De acuerdo con ello, en dicha realización preferida adicional del sistema de la presente invención, se proporciona un sistema para descubrir sucesivamente al menos dos grupos separados de puertos contiguos espaciados separados a lo largo de un pozo, que comprende:

(i) un revestimiento tubular que tiene un orificio, que comprende además:

(a) una pluralidad de primeros puertos espaciados separados, separados longitudinalmente a lo largo de dicho revestimiento tubular;

(b) una pluralidad de primeros elementos de camisa deslizable cilíndricos, cada uno deslizable longitudinalmente dentro de dicho orificio, cada uno configurado en una posición cerrada inicial para solapar uno de dichos primeros puertos y cuando se mueve de manera deslizable a una posición abierta para no superponer dicho primer puerto, teniendo cada uno de dichos elementos de camisa deslizable una ranura circunferencial interior de un primer ancho;

(c) una pluralidad de dichas segundas aberturas separadas longitudinalmente y contiguamente espaciadas a lo largo de dicho revestimiento tubular, situadas en dicho revestimiento tubular al fondo del pozo de dichos primeros puertos;

(d) una pluralidad correspondiente de segundos elementos de camisa deslizable cilíndricos, cada uno deslizable longitudinalmente dentro de dicho orificio, cada uno configurado en una posición cerrada inicial para solapar uno de dichos segundas puertos correspondientes y cuando se mueven de forma deslizable a una posición abierta para no solapar dicho segundo puerto correspondiente, cada uno de dichos segundos elementos de camisa deslizable tiene una ranura circunferencial interior de un segundo ancho, en el que dicho segundo ancho es mayor que dicho primer ancho;

(e) elementos de cizallamiento, que fijan de manera respectiva dichos primer y segundo elementos de camisa deslizables en dicha posición cerrada inicial, y que se pueden cizallar cuando se aplica una fuerza a

uno de dichos primer y segundo elementos de camisa deslizables respectivos;

(ii) un primer elemento de accionamiento situado dentro de dicho orificio, que comprende:

- (a) una camisa de pinza hueca cilíndrica, que tiene una pluralidad de elementos de dedo alargados que se extienden longitudinalmente sobre esta, teniendo dichos elementos de dedo una protuberancia que sobresale radialmente hacia afuera, estando dicha protuberancia configurada para acoplarse sucesivamente de forma coincidente con dicha ranura circunferencial interior respectiva en cada uno de dichos segundos elementos de deslizamiento, en donde dicha protuberancia tiene un ancho sustancialmente igual a dicho segundo ancho pero mayor que dicho primer ancho, en donde dicha protuberancia puede ser comprimida hacia adentro al aplicar una presión de fluido a un lado de boca de pozo de dicho primer elemento de accionamiento para permitir que dicha camisa de pinza y la protuberancia se desacoplen del acoplamiento coincidente en dicha ranura circunferencial en cada uno de dichos segundos elementos de camisa deslizable;
- (b) un elemento de tapón, situado dentro de dicha camisa de pinza, y cuando está en una primera posición situada en un extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza, el cual al menos durante un tiempo limitado junto con dicha camisa de pinza obstruye sustancialmente el paso de fluido dentro de dicho orificio cuando dicha camisa de pinza y el elemento de tapón están situados juntos en dicho orificio;
- (c) un pasador de cizallamiento, fijando de forma liberable dicho elemento de tapón a un extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza, que puede cizallarse cuando se aplica una fuerza a dicho elemento de tapón para hacer que dicho elemento de tapón se mueva hacia el fondo del pozo en dicha camisa de pinza hasta una segunda posición, previniendo que dichos elementos de dedo de allí en adelante sean comprimidos forzosamente hacia adentro y manteniendo de este modo dicha

protuberancia en acoplamiento coincidente con dicha ranura circunferencial;

En donde la presión de fluido aplicada a un extremo de boca de pozo de dicho primer elemento de accionamiento hace que dicho primer elemento de accionamiento se mueva hacia el fondo del pozo y haga que dicha camisa de pinza se acople sucesivamente a dicha segunda ranura circunferencial en cada uno de dichos segundos elementos de camisa deslizable y mueva cada una de dichos segundos elementos de camisa deslizable hacia el fondo del pozo para descubrir de este modo cada uno de dicha pluralidad de segundos puertos;

En donde la presión del fluido requerida para cizallar dichos elementos de cizallamiento en todos los segundos elementos de camisa deslizables excepto por uno de dichos elementos de camisa deslizable más al fondo del pozo, es menor que la presión de fluido requerida para cizallar dichos pasadores de cizallamiento asegurando dicho elemento de tapón a dicho extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza; y

En donde dicho elemento de tapón en dicho primer elemento de accionamiento, al abrir un segundo elemento de camisa deslizable más al fondo del pozo, cizalla dicho pasador de cizallamiento y se mueve hacia el fondo del pozo de dicha camisa de pinza desde dicha primera posición a dicha segunda posición evitando de este modo que dicha protuberancia sea comprimida hacia adentro;

Comprendiendo además dicho sistema:

- (iii) un segundo elemento de accionamiento situado dentro de dicho orificio, que comprende:
 - (a) una camisa de pinza hueca cilíndrica, que tiene una pluralidad de elementos de dedo alargados que se extienden longitudinalmente sobre la misma, teniendo dichos elementos de dedo una protuberancia que sobresale radialmente hacia afuera, estando dicha protuberancia configurada para acoplarse sucesivamente de manera coincidente a dicha ranura circunferencial interior respectiva sobre cada uno de dichos primeros miembros de camisa deslizable, en donde dicha protuberancia es de un ancho sustancialmente igual a dicho primer ancho, pero menor que dicho segundo ancho, en donde dicha protuberancia puede comprimirse hacia adentro para

permitir que dicha camisa de pinza y su protuberancia se desacoplen del acoplamiento del coincidente en dicha primera ranura circunferencial en cada uno de dichos primeros elementos de camisa deslizable;

- (b) un elemento de tapón situado dentro de dicha camisa de pinza y cuando está en una primera posición situada en un extremo de boca de pozo de la misma, que al menos durante un tiempo limitado junto con dicha camisa de pinza obstruye sustancialmente el paso de fluido dentro de dicho orificio cuando dicha camisa de pinza y el elemento de tapón están situados juntos en dicho orificio;
- (c) un pasador de cizallamiento, que fija de forma liberable dicho elemento de tapón a un extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza, que puede cizallarse cuando se aplica una fuerza a dicho elemento de tapón para hacer que dicho elemento de tapón se mueva hacia el fondo del pozo en dicha camisa de pinza hasta una segunda posición en él, previniendo que dichos elementos de dedo de allí en adelante sean comprimidos forzosamente hacia adentro y manteniendo de este modo dicha protuberancia en acoplamiento de coincidente con dicha ranura circunferencial;

En donde la presión de fluido aplicada a un extremo de boca de pozo de dicho segundo elemento de accionamiento hace que dicho segundo elemento de accionamiento se mueva hacia el fondo del agujero y dicha camisa de pinza se acople sucesivamente a dichas ranuras circunferenciales en cada uno de dichos primeros elementos de camisa deslizable y muevan cada uno de dichos primeros elementos de camisa deslizable hacia el fondo del pozo para así descubrir cada uno de dicha pluralidad de primeros puertos; y

En donde la presión de fluido requerida para cizallar dichos elementos de cizallamiento en todos los mencionados primeros elementos de camisa deslizable excepto por uno de dichos primeros elementos de camisa deslizable más al fondo del pozo, es menor que la presión de fluido requerida para cizallar dichos pasadores de cizallamiento asegurando dicho elemento de tapón a dicho extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza.

En una realización adicional, el elemento de tapón en dicho segundo elemento de accionamiento, al abrir un elemento de camisa deslizable más al fondo del pozo, cizalla dicho pasador de cizallamiento y se mueve hacia el fondo del pozo en dicha camisa de pinza desde dicha primera posición a dicha segunda posición evitando de este modo que dicha protuberancia sea comprimida hacia adentro.

En una realización adicional, el elemento de tapón en el segundo elemento de accionamiento y / o primer elemento de accionamiento puede ser disuelto por un fluido que se puede inyectar en el fondo del pozo.

En otro refinamiento se pueden proporcionar asimismo placas de ráfaga que cubran cada uno de dichos primero y segundo puertos, estando dichas placas de ráfaga adaptadas para romperse y permitir la comunicación de fluido desde dicho orificio hasta dicho puerto sólo cuando una presión de fluido en dicho orificio excede:

- (i) la presión de fluido necesaria para hacer que dicho elemento de tapón en cada uno de dichos primer y segundo elementos de accionamiento y dicha camisa de pinza asociada cizalle dicho elemento de cizallamiento; y
- (ii) la presión de fluido necesaria para hacer que dicho elemento de tapón en cada uno de dichos primer y segundo elementos de accionamiento cizallen dicho pasador de cizallamiento y muevan dicho elemento de tapón a dicha segunda posición en cada camisa de pinza.

De esta manera, dado que las operaciones de fracturación se llevan a cabo de manera típica comenzando con la extremidad de pozo más lejana/más al fondo del pozo, el pozo puede fracturarse progresivamente en cada zona, comenzando desde la extremidad más profunda del pozo.

En una realización adicional de la presente invención, la invención proporciona un sistema que utiliza al menos dos elementos actuadores (dardos deslizables), teniendo cada uno de dichos al menos dos elementos de accionamiento un perfil de protuberancia dimensionado de manera diferente (o configurado de manera diferente), de modo que el perfil de protuberancia en una camisa de pinza de cada uno de los elementos de accionamiento es único. Un primer de dichos elementos de accionamiento que tienen tal perfil de protuberancia único se acopla sucesivamente de forma coincidente con al menos un elemento de camisa deslizable y, preferiblemente, se acopla sucesivamente de forma coincidente con un primer grupo de elementos de camisa deslizable, teniendo todos una ranura circunferencial

interior o serie de ranuras configuradas de manera similar que se acoplan de manera coincidente el perfil de protuberancia sobre el elemento de accionamiento, para permitir que el elemento de accionamiento descubra / abra de ese modo una serie de puertos a lo largo de un elemento tubular hueco. Un elemento de tapón, de manera típica una bola esférica bombeada hacia abajo del revestimiento tubular, obstruye el flujo de fluido a través de cada elemento de accionamiento, proporcionando de este modo una fuerza motriz hacia el fondo del pozo en cada uno de dichos al menos dos elementos de accionamiento. Después de la apertura, mediante el primero de los al menos dos elementos de accionamiento, al menos un puerto y preferiblemente un grupo de orificios, un segundo elemento de accionamiento que tiene un perfil configurado o dimensionado de forma diferente, puede ser bombeado hacia el fondo del pozo para luego moverse de manera similar y abrir de ese modo un segundo grupo de elementos de camisa deslizable, para permitir la apertura en un momento diferente, de un segundo grupo de puertos a lo largo de un revestimiento tubular.

Pueden abrirse tantos grupos de puertos individualmente como el número de elementos de accionamiento que tienen perfiles de protuberancia configurados / dimensionados de manera diferente.

En tal realización adicional, no es necesario que el elemento de tapón, que de manera típica en esta realización es una bola esférica, se fije mediante pasadores de cizallamiento a la camisa de pinza del elemento de accionamiento.

De esta manera, en una primera realización amplia de dicha realización adicional, se provee un sistema para descubrir sucesivamente por lo menos dos grupos separados de puertos contiguos espaciados a lo largo de una tubería insertada en un pozo. Dicho sistema comprende:

- (i) un revestimiento tubular que tiene un orificio, que comprende además:
 - (a) una pluralidad de dichos puertos espaciados, que están espaciados longitudinalmente y contiguamente a lo largo de dicho revestimiento tubular,
 - (b) una pluralidad correspondiente de elementos de camisa deslizable cilíndrica, estando cada uno de dichos elementos de camisa asociados con una pluralidad respectiva de puertos espaciados, cada elemento de camisa deslizable es deslizable longitudinalmente dentro de dicho orificio y configurado en una posición cerrada inicial para solapar uno de dichos puertos correspondiente, y cuando es

desplazado de manera deslizable a una posición abierta para descubrir uno de dichos puertos correspondiente, teniendo cada uno de dichos elementos de camisa deslizable una ranura circunferencial interior, un ancho de dicha ranura circunferencial interior en dichos elementos de camisa deslizable asociados con un primer grupo de puertos contiguos espaciados, es diferente de un ancho de dichas ranuras circunferenciales interiores en dichos elementos de camisa deslizable asociados con un segundo grupo de puertos contiguos espaciados;

- (c) un elemento de cizallamiento, que inicialmente asegura dichos elementos de camisa deslizable en dicha posición cerrada inicial, y que puede cizallarse cuando se aplica una fuerza a dichos elementos de camisa deslizable respectivos,
- (ii) un primer elemento de accionamiento situado dentro de dicho orificio, que comprende:
 - a) una camisa de pinza hueca cilíndrica, que tiene un perfil que sobresale radialmente hacia afuera, configurándose dicho perfil para acoplarse de manera coincidente a dichas ranuras cilíndricas interiores en dichas camisas de deslizamiento asociadas con un primero de dichos al menos dos grupos de puertos, pero que no se acoplan de manera coincidente con dichas ranuras cilíndricas interiores asociadas con elementos de camisa deslizable que cubren inicialmente dicho segundo grupo de puertos,
 - b) un elemento de tapón disoluble, dimensionado de manera que pueda ser posicionado y permanecer alojado dentro de dicha camisa de pinza de dicho primer elemento de accionamiento en un extremo de boca de pozo de esta, que al menos durante un tiempo limitado cuando no se disuelve junto con dicha camisa de pinza, obstruyen sustancialmente el paso de un fluido dentro de dicho orificio cuando dicha camisa de pinza y el elemento de tapón soluble están situados juntos en dicho orificio y se disuelven después de que dicho fluido es inyectado hacia abajo en dicho pozo;

en donde la presión de fluido que se aplica a un extremo de boca de pozo de dicho primer elemento de accionamiento hace que dicho primer elemento de accionamiento se mueva hacia abajo y se acople a dicha ranura circunferencial en dicho al menos un elemento de camisa deslizante asociado con dicho primer grupo de orificios y no se acople a dichas ranuras circunferenciales de un ancho diferente en los elementos de camisa deslizante cilíndrica restantes asociados con dicho segundo grupo de puertos, y desplazar cada elemento de camisa deslizante asociado con dicho primer grupo de puertos hacia el fondo del pozo para así descubrir dichos puertos en dicho primer grupo de puertos; y

- (iii) un segundo elemento de accionamiento situado dentro de dicho orificio, que comprende:
 - (a) una camisa de pinza hueca cilíndrica, que tiene un perfil desviado que sobresale radialmente hacia afuera, estando dicho perfil configurado para acoplarse de manera coincidente a dichas ranuras cilíndricas interiores en dichas camisas deslizantes asociadas con un segundo de dichos al menos dos grupos de puertos;
 - (b) un elemento de tapón disoluble, dimensionado de manera que pueda ser posicionado y permanecer alojado dentro de dicha camisa de pinza de dicho segundo elemento de accionamiento en un extremo de boca de pozo del mismo, que durante al menos un tiempo limitado cuando no se disuelve junto con dicha camisa de pinza obstruye sustancialmente el paso de un fluido dentro de dicho orificio cuando dicha camisa de pinza y el elemento de tapón soluble se encuentran juntos en dicho orificio y se disuelven después de que dicho fluido es inyectado hacia abajo en dicho revestimiento tubular;

En donde la presión de fluido aplicada a un extremo de boca de pozo de dicho elemento de tapón disoluble tras inyectar un fluido hacia abajo en dicho revestimiento tubular, hace que dicho segundo elemento de accionamiento se mueva hacia abajo y se acople a

dicha ranura circunferencial en dicho al menos un elemento de camisa deslizable asociado con dicho segundo grupo de puertos, y mueva cada elemento de camisa deslizable asociado con dicho segundo grupo de puertos hacia el fondo del pozo para así descubrir dichos puertos en dicho segundo grupo de puertos.

Tal como se ha indicado anteriormente, dicho sistema está particularmente adaptado para descubrir sucesivamente al menos dos grupos separados de puertos contiguos espaciados a lo largo de un revestimiento tubular. Preferiblemente, las ranuras interiores y / o dicho perfil desviado elásticamente hacia afuera sobre dichos primer y / o segundo elementos de accionamiento están provistos de un chaflán para permitir, después de que se acopla dicho perfil de manera coincidente con dichos primer y segundo elementos de accionamiento con una de dichas ranuras interiores circunferenciales respectivas, la liberación de dicho perfil en dicho primer y / o segundo elemento de accionamiento desde dicho acoplamiento de forma coincidente tras la aplicación de una presión de fluido adicional hacia arriba del pozo hacia dicho elemento de tapón, para permitir que el primer y / o segundo elemento de accionamiento se mueva más hacia abajo y accione (es decir, abra) puertos adicionales deseados a lo largo de dicho revestimiento de tubería.

En un refinamiento preferido de dicha realización adicional, cada uno de los elementos de camisa deslizable en el extremo más al fondo del pozo, poseen elementos de lengüeta desviados que se extienden radialmente hacia afuera y que se acoplan a una abertura en dicho revestimiento de tubería cuando se mueve uno de dichos elementos de camisa deslizable respectivos para descubrir un puerto asociado, cuyos elementos de lengüeta cuando están enganchados en dicha abertura impiden que los respectivos elementos de camisa deslizable se muevan hacia la boca del pozo para cerrar de este modo un puerto asociado.

En un perfeccionamiento adicional, se proveen dichos primer y segundo elementos de accionamiento en un extremo de fondo de pozo del mismo, con un anillo anular de un diámetro sustancialmente igual al diámetro de los elementos de camisa deslizable, que tiene un chaflán para ayudar a que dicho elemento de accionamiento se desplace hacia el fondo del pozo en el revestimiento tubular.

En un refinamiento adicional, uno o ambos de dichos primer o segundo elemento de accionamiento pueden ser disolubles al ser expuestos durante un tiempo a dicho fluido. Una configuración de este tipo elimina de manera ventajosa, después de la apertura de los orificios a lo largo del revestimiento tubular, cualquier

restricción restante en el diámetro del revestimiento de la tubería y permite que se utilice toda el área posible de la sección transversal del revestimiento de la tubería para producir petróleo recogido en dicho revestimiento de tubería después de la fracturación a través de los puertos abiertos. Los requisitos de potencia de bombeo, debido a las restricciones reducidas inherentes al revestimiento de la tubería al producir, se reducen de este modo al máximo posible para un diámetro de revestimiento de tubería dado.

En una realización adicional de la presente invención, la invención se refiere a un método para descubrir sucesivamente una pluralidad de aberturas espaciadas a lo largo de un revestimiento tubular hueco. Dicho método comprende las etapas de:

- (i) inyectar un primer elemento de accionamiento que tiene un perfil sobre el mismo de un primer ancho hacia abajo de dicho revestimiento tubular que tiene una pluralidad de elementos de camisa deslizable que cubren respectivamente una pluralidad correspondiente de dichos puertos espaciados a lo largo de dicho revestimiento tubular;
- (ii) hacer que dicho perfil en dicho primer elemento de accionamiento se acople a una ranura circunferencial interior en uno de los extremos más abajo de dichos elementos de camisa de deslizamiento, y tras la aplicación de presión de fluido de dicho primer elemento de accionamiento, hacer que dicho elemento de camisa deslizable se mueva hacia abajo y descubra un asociado de dichos puertos en dicho revestimiento tubular;
- (iii) permitir que el fluido en dicho revestimiento tubular disuelva un tapón en dicho primer elemento de accionamiento para permitir el flujo de fluido en dicho revestimiento tubular a través de dicho primer elemento de accionamiento;
- (iv) inyectar un elemento de accionamiento adicional hacia abajo en dicho revestimiento tubular que tiene un perfil de un ancho menor;
- (v) hacer que dicho perfil de dicho ancho menor se acople a una ranura circunferencial interior en un elemento de camisa deslizable de boca de pozo de dicho elemento de camisa deslizable más abajo y, después de la aplicación de presión de fluido hacia arriba del pozo de dicho elemento de accionamiento adicional, hacer que dicho miembro de camisa deslizable de boca de pozo se mueva hacia abajo del pozo

descubriendo de esta manera uno de dichos puertos adicionales asociados en dicho revestimiento tubular;

- (vi) permitir que el fluido en dicho revestimiento tubular disuelva un tapón en dicho elemento de accionamiento adicional para permitir el flujo de fluido en dicho revestimiento tubular a través de dicho elemento de accionamiento adicional; y
- (vii) repetir los pasos (iv) a (vi) hasta que se hayan abierto todos los puertos de dicha pluralidad de puertos espaciados a lo largo de dicho revestimiento tubular.

El anterior resumen de la invención no necesariamente describe todas las características de la invención. Para una descripción completa de la invención, se hará referencia además a los dibujos y a la descripción detallada de algunas realizaciones preferidas, leídas junto con las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las ventajas adicionales y otras realizaciones de la invención serán evidentes a partir de lo anterior junto con la siguiente descripción detallada de las diversas realizaciones particulares de la invención, tomadas conjuntamente con los dibujos adjuntos, cada uno de los cuales está destinado a ser no limitativo, en donde:

Las **Figuras 1A-1D** muestran una serie de vistas secuenciales de un revestimiento de tubería que incorpora el sistema de la presente invención, con:

La **Figura 1A** es una vista inicial que muestra el revestimiento de la tubería con los puertos y los camisas correspondientes en la posición cerrada;

La **Figura 1B** es una vista subsiguiente que muestra el revestimiento de la tubería con el elemento de accionamiento insertado en el revestimiento y la camisa de pinza y las protuberancias en esta se acoplan al primer elemento de camisa deslizable;

La **Figura 1C** es una vista subsiguiente que muestra el elemento de accionamiento que ha movido el elemento de camisa deslizable más en la boca del pozo para cizallar los elementos de cizallamiento y forzar al elemento de camisa deslizable asociado a moverse hacia el fondo del pozo de manera que descubra su puerto asociado, habiéndose desacoplado dicho elemento de accionamiento de dicho elemento de camisa deslizable y estando en el proceso de moverse más al

fondo del pozo para abrir de manera similar otro elemento de camisa deslizable de fondo de pozo y puerto asociado; y

La **Figura 1D** es una vista subsiguiente que muestra el elemento de accionamiento que ha acoplado el elemento de camisa deslizable más al fondo del pozo y que ha cizallado los elementos de cizallamiento asociados y ha movido dicho elemento de camisa hacia el fondo del pozo para así descubrir su puerto asociado, habiendo cizallado el elemento de tapón los pasadores de cizallamiento de retención y habiéndose movido hacia el fondo del pozo con la camisa de pinza evitando de este modo que las protuberancias en la camisa de pinza se desenganchen del elemento de camisa deslizable asociado y que el elemento de tapón y la camisa de pinza asociados no puedan moverse hacia el fondo del pozo;

Las **Figuras 2A-2D** muestran una serie de vistas secuenciales de un revestimiento de tubería que incorpora un refinamiento adicional del sistema de la presente invención, que comprende dos tipos diferentes de elementos de camisa deslizable destinados a ser accionados separadamente por diferentes elementos de accionamiento, con:

La **Figura 2A** muestra un revestimiento de tubería con los puertos y las camisas correspondientes en la posición cerrada, y en particular con dos tipos de elementos de camisa deslizable, un primer grupo de los cuales (el elemento de camisa deslizable más cerca a la boca del pozo) tiene una ranura circunferencial de menor ancho que la ranura circunferencial en los elementos de camisa deslizable adyacentes, y mostrando el revestimiento de tubería con el elemento de accionamiento insertado en el revestimiento y la camisa de pinza y las protuberancias de ellos habiendo pasado el primer elemento de camisa deslizable y continuando hacia el fondo del pozo en el revestimiento;

La **Figura 2B** es una vista subsiguiente del revestimiento de tubería que muestra que el elemento de accionamiento se ha desplazado más allá del elemento de camisa deslizable más cercano a la boca de pozo dentro del revestimiento tubular y se ha desplazado hacia abajo hasta el segundo elemento de camisa deslizable del segundo grupo de camisas deslizables en donde las protuberancias en la camisa de pinza han acoplado la ranura circunferencial correspondiente en dicho segundo elemento de camisa deslizable;

La **Figura 2C** es una vista subsiguiente que muestra el elemento de accionamiento que ha cizallado los elementos de cizallamiento que retienen

inicialmente el segundo elemento de camisa deslizante y que ha movido dicho elemento de camisa deslizante para descubrir de este modo su puerto asociado, y dicho elemento de accionamiento que se ha desacoplado de dicho segundo elemento de camisa deslizante y se encuentra en el proceso de moverse más hacia el fondo del pozo; y

La **Figura 2D** es una vista posterior que muestra el elemento de accionamiento que ha acoplado el elemento de camisa deslizante más al fondo del pozo y que ha cizallado los elementos de cizallamiento asociados y ha movido dicho elemento de camisa hacia el fondo del pozo para descubrir asimismo su puerto asociado, donde el elemento de tapón ha cizallado su pasador de cizallamiento y se ha movido hacia el fondo del pozo con la camisa de pinza evitando así que las protuberancias en la camisa de pinza se desacoplen de la camisa de deslizamiento asociada y que el elemento de tapón y la camisa de pinza asociados se muevan más hacia el fondo del pozo;

Las **Figuras 3A-3B** muestran dos tipos diferentes de elementos de camisa deslizante-un primer tipo como se muestra en la **Figura 3A** que tiene una ranura circunferencial de ancho W1, y un segundo tipo como se muestra en la **Figura 3B** que tiene una ranura circunferencial de ancho W2;

Las **Figuras 4 - 8** muestran vistas sucesivas ampliadas de un elemento de camisa deslizante más al fondo del pozo y el puerto asociado cuando son accionados por un elemento de accionamiento, en donde:

La **Figura 4** muestra un elemento de accionamiento que ha sido colocado en el revestimiento de tubería, y tal elemento de accionamiento se aproxima al elemento de camisa deslizante más al fondo del pozo;

La **Figura 5** muestra el elemento de accionamiento que ha acoplado la(s) ranura(s) circunferencial(es) en el elemento de camisa deslizante situado al fondo del pozo;

La **Figura 6** muestra el elemento de tapón que ha cizallado los pasadores de cizallamiento que lo retienen en el extremo de boca de pozo de camisa de pinza, y el elemento de tapón se ha desplazado al extremo de fondo de pozo de la camisa de pinza, evitando así el desacoplamiento de los dedos de pinza y la ranura circunferencial;

La **Figura 7** muestra la camisa de pinza y el elemento de tapón que han cizallado los elementos de cizallamiento que mantienen el elemento de camisa deslizable en una posición cerrada y que han movido el elemento de camisa deslizable a la posición abierta;

La **Figura 8** muestra la camisa más al fondo del pozo en la posición abierta, con el elemento de tapón disuelto;

La **Figura 9** es una vista seccional en perspectiva de un sistema modificado, utilizando camisas modificados adaptadas para recibir un dardo que tiene una bola soluble, y cuyas camisas tienen cada una cavidad anular de talla 'única o proporcionada para encajar de forma coincidente únicamente un dardo único que tiene un perfil único de acoplamiento;

La **Figura 10** es una sección transversal a través de una camisa y un dardo, cuando el perfil unido de forma elástica de un dardo particular ha acoplado de manera coincidente una cavidad anular dimensionada de manera única de una camisa deslizable particular;

La **Figura 11** es una sección transversal similar a través de la misma camisa y el mismo dardo, tomada en un momento posterior; es decir, cuando la presión de fluido ejercida hacia la boca del pozo ha forzado el cizallamiento de los tornillos de cizallamiento que retenían originalmente la camisa deslizable que cubría los puertos / aberturas dentro del mandril de la tubería, y ha movido la camisa tan al fondo del pozo como para descubrir el puerto y permitir el acoplamiento de los dedos de pinza en el dardo con una cavidad en el tubo para retener la camisa en dicha posición descubriendo el puerto;

La **Figura 12** es una vista ampliada en tres dimensiones de los componentes que se muestran en la **Figura 10**;

La **Figura 13** es una vista tridimensional ampliada de los componentes mostrados en la **Figura 10**, con la presión del fluido siendo aplicada hacia la boca del pozo para hacer que el dardo con la camisa acoplada sea movido hacia el fondo del pozo para comenzar a abrir los puertos en el mandril de la tubería;

La **Figura 14** es una vista ampliada tridimensional de los componentes mostrados en la **Figura 10**, habiéndose aplicado la presión del fluido hacia la boca del pozo durante un período de tiempo adicional de modo que el dardo con la camisa

acoplada se ha movido más hacia el fondo del pozo para abrir completamente los puertos en el mandril de la tubería;

La **Figura 15** es otra vista de la camisa deslizante y dardo, con bola, que muestra la posición después de que los puertos se han abierto;

La **Figura 16** es una vista similar de la camisa deslizante y del dardo, después de un periodo de tiempo adicional cuando la bola se ha disuelto abriendo así el flujo de la tubería;

La **Figura 17** es una vista del elemento de dardo, a medida que se dirige hacia el fondo del pozo en la tubería.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

En la siguiente descripción, los componentes similares en los dibujos se identifican con los mismos números de referencia correspondientes.

El sistema de la presente invención debe ser utilizado en el acondicionamiento de un pozo (es decir, "terminación" de un pozo en la jerga del campo petrolífero) antes de la producción de hidrocarburos de tal pozo.

Específicamente, el presente sistema puede usarse de manera ventajosa para proporcionar y permitir la inyección de fluido presurizado en una formación que contiene hidrocarburos en las ubicaciones óptimas deseadas a lo largo del pozo, con el fin de fracturar inicialmente la formación de hidrocarburos y / o inyectar agentes potenciadores del flujo en la formación (tales como ácidos, agentes potenciadores del flujo y / o agentes de apuntalamiento) con el propósito y el objetivo de aumentar la velocidad y la cantidad de hidrocarburos que se recuperarán posteriormente de la formación de hidrocarburos.

Un revestimiento de tubería **200** insertado en un pozo perforado sirve para una diversidad de propósitos, uno de los cuales es el refuerzo del pozo y evitar el colapso del pozo, otro de los cuales es permitir el suministro de tales fluidos de terminación bajo presión a zonas deseadas de la formación de hidrocarburo, a través de los puertos situados longitudinalmente en relación espaciada a lo largo del revestimiento de la tubería.

La **Figura 1A** muestra una porción de un revestimiento de tubería **200** para su inserción en un pozo horizontal perforado (no mostrado), que incorpora porciones del sistema de la presente invención.

De manera típica, el revestimiento de tubería **200** está construido a partir de segmentos de elementos de tubería de acero **211, 212, 213**, de longitud uniforme y acoplado de manera enroscada entre sí en sus extremos respectivos. Los elementos de tubería **211, 212, 213** se fabrican de manera típica en varias longitudes, anchos, espesores y resistencias de material estandarizados, dependiendo de la profundidad del pozo, las presiones a las que se expondrá el revestimiento de tubería **200** y otros criterios similares. Los revestimientos de tubería **200** contienen por lo general un orificio **210** y además una pluralidad de puertos, tales como los puertos **206, 206', 206''**, para los que en ciertas condiciones se permite la comunicación fluida con el orificio **210**. Inicialmente, los puertos **206, 206', 206''** están cerrados durante la inserción del revestimiento de tubería **200** en un pozo, con el fin de evitar la entrada al orificio **210** de detritus tales como cortes residuales de perforación que de manera típica están presentes en un pozo, lo que de otro modo obstruiría los puertos **206, 206'** y/o el orificio **210** evitando de esta forma la recolección de hidrocarburos en el revestimiento de tubería y / o impidiendo la producción de dichos hidrocarburos a la superficie.

Las **Figuras 1B-1D** muestran el mismo revestimiento de tubería **200** en combinación con un elemento de accionamiento **202**, cuyo elemento de accionamiento **202** se utiliza para abrir los puertos selectivos **206, 206'** de la manera que se explica a continuación. Las **Figuras 1B-1D** representan, respectivamente, la manera sucesiva de funcionamiento del elemento de accionamiento **202** sobre la pluralidad de elementos de camisa deslizable **204, 205** en el revestimiento de tubería **200** para abrir sucesivamente los puertos asociados **206, 206'** en el revestimiento de tubería **200**. Tales componentes juntos comprenden ampliamente el sistema de la presente invención.

Como se puede ver a partir de todas las figuras de la presente invención, se proporcionan elementos de camisa deslizable cilíndricos huecos **203, 204, 205** dentro del revestimiento de tubería **200**, estando cada uno inicialmente en una posición cerrada solapada y cubriendo de ese modo los respectivos puertos **206, 206', 206''** evitando por lo tanto comunicación de fluido entre el orificio **210** y cualquiera de los puertos **206, 206', 206''**. Cada uno de los elementos de camisa deslizable **203, 204, 205** está provisto de una ranura o abertura circunferencial **220**,

de un ancho uniforme '**W**' como se muestra en las **Figuras 1A-1D**. De manera alternativa, en un perfeccionamiento adicional de la presente invención como se explica aquí más en detalle, los grupos de elementos de camisa deslizables poseen ranuras circunferenciales **220** de un ancho uniforme dado '**W1**', mientras que otros grupos de camisas deslizables poseen ranuras circunferenciales **220** de un ancho uniforme mayor '**W2**', como se muestra en las **Figuras 2A-2D** de la presente invención.

Los elementos de cizallamiento, que en una realización comprenden tornillos de cizallamiento o pasadores de cizallamiento **222**, se proporcionan para asegurar, al menos inicialmente, cada uno de los elementos de camisa deslizables **203, 204, 205** al revestimiento de tubería **200**, para asegurar de este modo cada uno de los elementos de camisa **203, 204, 205** en una posición cerrada inicial que solapa cada uno de los puertos respectivos **206, 206', 206"**. Los tornillos de cizallamiento **222** están configurados para cizallar con una fuerza que se aplica a los elementos de camisa deslizables respectivos **203, 204, 205** que exceden un valor de diseño dado, de manera que permitan el movimiento deslizable hacia el fondo del pozo, de los elementos de camisa **203, 204, 205** para descubrir unos orificios respectivos **206, 206', 206"**.

Para operar el sistema de la presente invención y abrir un único grupo de aberturas **206', 206"** contiguas espaciadas como se muestra en las **Figuras 1A-1D**, se proporciona un elemento de accionamiento **202**, que puede posicionarse dentro del orificio **210**. El elemento de accionamiento **202** comprende una camisa de pinza hueca cilíndrica **232**. La camisa de pinza **232** posee al menos una protuberancia que sobresale radialmente hacia afuera y con una inclinación hacia afuera **234**. En una realización preferida, la camisa de pinza **232** posee una pluralidad de elementos de dedo alargados extendidos longitudinalmente e inclinados radialmente hacia afuera **240** en el mismo, teniendo cada elemento de dedo **240** dicha protuberancia que sobresale radialmente hacia afuera **234** sobre este.

La protuberancia **234** está configurada de un ancho igual o ligeramente menor que el ancho "**W**" de la ranura circunferencial **220**, para permitir de esta manera el acoplamiento coincidente con cada una de las respectivas ranuras circunferenciales interiores **220** en cada uno de los elementos de camisa deslizables **206', 206"**. Los elementos de dedo **240**, que están inclinados radialmente hacia afuera, pueden comprimirse hacia adentro para permitir que la camisa de pinza **232** y las protuberancias asociadas **234** se compriman radialmente hacia adentro para permitir

así el desacoplamiento de la camisa de pinza **232** y la protuberancia **234** de un elemento de camisa deslizable respectivo y la ranura asociada **220**, una vez que el elemento de camisa deslizable respectivo **204**, **205** se mueve de manera que descubre el puerto respectivo **206'**, **206''**, para permitir así que el elemento de accionamiento **202** continúe moviéndose hacia el fondo del pozo y accione adicionalmente (abra) todos los elementos de camisa deslizables restantes **204**, **205** que tienen ranuras circunferenciales **220** de un ancho 'W'.

Se provee un elemento de tapón **250** dentro de la camisa de pinza **232** del elemento de accionamiento **202**. El elemento de tapón **250** está inicialmente asegurado a la camisa de pinza **232** en un extremo de boca de pozo de la camisa de pinza **232** mediante pasadores de cizallamiento **275**, como se muestra por ejemplo en las **Figuras 1B, 1C, 2B, 2C**, y la **Figura 5**. Debe tenerse en cuenta que todos los ejemplos de uso del término "pasador de cizallamiento" en la presente solicitud incluyen cualquier tornillo de cizallamiento, pasador de cizallamiento, soldadura frágil o conexión de soldadura que fije inicialmente el elemento de tapón **250** al extremo de boca de pozo de la camisa de pinza **232**.

Cuando se aplica una presión de fluido en un lado de boca de pozo del elemento de tapón **250** por encima de un valor dado, los pasadores de cizallamiento **275** están adaptados al cizallamiento para liberar el elemento de tapón **250** de estar asegurado al lado de boca de pozo de la camisa de pinza **232** y luego viajar hacia el fondo del pozo dentro de la camisa de pinza **232** a una porción de pozo de la camisa de pinza **232**, donde se evita el movimiento adicional del elemento de tapón **250** por una extremidad (un reborde biselado **255**) de la camisa de pinza **232**.

La presión de fluido aplicada a un extremo de boca de pozo de dicho elemento de accionamiento **202** y el elemento de tapón **250**, hace que la camisa de pinza **232** se mueva hacia el fondo del pozo, como se muestra en las **Figuras sucesivas 1B-1D** y en figuras sucesivas **2B-2D**, y encajen ranuras circunferenciales **220** en los respectivos elementos de camisa deslizable **204**, **205** del fondo de pozo y mueven sucesivamente los elementos de camisa deslizable **204**, **205** en el fondo del pozo para descubrir cada uno de los puertos correspondientes **206'**, **206''**.

La presión de fluido que se requiere para el cizallamiento de dichos elementos de cizallamiento **222** que aseguran los elementos de camisa deslizables **204** es menor que la presión de fluido requerida para cortar dichos pasadores de cizalla **275** que aseguran dicho elemento de tapón **250** a dicho extremo de boca de pozo de dicha camisa de pinza **232**, excepto por la presión de fluido requerida para cizallar

los elementos de cizallamiento **220** que aseguran el elemento de camisa deslizable más al fondo del pozo **205**.

De manera acorde, al abrir el elemento de camisa deslizable **205** más al fondo del pozo, debido a la mayor resistencia al cizallamiento de los elementos de cizallamiento **222** que los pasadores de cizalla **275**, el elemento de tapón **250** primero cizalla el pasador de cizallamiento y luego permite que el elemento de tapón **250** se mueva hacia el fondo del pozo en la camisa de pinza **232** desde la primera posición más en la boca del pozo (**Figura 5**) en la camisa de pinza **232** hasta la segunda posición (referencia a la **Figura 6**) en donde se restringe mediante los hombros biselados en el elemento de tapón **250**. El movimiento del elemento de tapón **250** a la segunda posición (referencia a la **Figura 1D** y a la **Figura 6**) evita que las protuberancias **234** sean comprimidas hacia adentro tras la aplicación de una presión de fluido hacia la boca del pozo, que actúa sobre elemento de tapón **250** ocasionando que los elementos de cizallamiento **222** que aseguran el elemento de camisa de deslizamiento más al fondo del pozo **205** cizallen, permitiendo de este modo que la camisa deslizable más al fondo del pozo se mueva hacia abajo y así descubra el orificio más hacia el fondo del pozo **206** en la serie de orificios **206'**, **206"**.

En el sistema que se muestra en las **Figuras 1A-1D**, y también en un sistema en el que se proporcionan grupos discretos individuales de puertos que se desea abrir por separado, por ejemplo los primeros puertos **206** en la boca del pozo y un segundo grupo de (segundos) puertos **206'**, **206"** y se desea abrir cada uno de dichos primeros puertos **206** y segundos puertos **206'**, **206"** por separado como se muestra en las **Figuras 2A-2D**, pueden proporcionarse placas de ráfaga **300** que cubren cada uno de los puertos **206**, **206'** y **206"**. Las placas de ráfaga **300**, como se muestra en las **Figuras 1A-1D**, están adaptadas para romperse y permitir la comunicación de fluido desde el orificio **210** hasta un puerto respectivo **206'**, **206"** cuando la presión del fluido en el orificio **210** (i) excede la presión de fluido necesaria para hacer que el elemento de tapón **250** y la camisa de pinza **232** cizallen los elementos de cizallamiento **222**, incluyendo los elementos de cizallamiento **220** más al fondo del pozo que aseguran la camisa deslizante **205** más al fondo del pozo; y (ii) cuando la presión del fluido en el orificio **210** también excede la presión del fluido necesaria para hacer que el elemento de tapón **250** cizalle los pasadores de cizallamiento **275** y mueva el elemento de tapón **250** a la segunda posición más al fondo del pozo en la camisa de pinza **232**. Los puertos de ráfaga **300** que cubren dicho primer grupo de puertos **206** pueden estar provistos con una presión de ráfaga

diferente de los puertos de ráfaga **300** que cubren los puertos **206'**, **206"**. De manera particular, cuando los primeros puertos **206** están situados en más hacia la boca del pozo que los segundos puertos **206'**, **206"** como se muestra en las **Figuras 2A-2D**, las placas de ráfagas que cubren los segundos puertos **206'**, **206"** pueden tener una menor presión de ráfaga que los puertos de ráfaga que cubren los primeros puertos **206** más hacia la boca del pozo.

Las **Figuras 2A-2D** muestran la realización del sistema discutido justo arriba, es decir, donde se proporcionan grupos discretos individuales de puertos, a saber, los primeros puertos **206** y segundos puertos **206'**, **206"**, donde se desea abrir por separado cada uno de dichos primeros puertos y segundos puertos **206'**, **206"**, pero sin proporcionar placas de estallido **300**.

En dicha realización, una serie / grupo de primeros elementos de camisa en la boca del pozo **203**, como se muestra en las **Figuras 2A-2D** y como se muestra mejor en una vista ampliada en la **Figura 3A**. Cada uno de los primeros puertos **206** tiene un elemento de camisa deslizante asociado **203** que en una posición cerrada solapa el puerto **206** que impide la comunicación de fluido con el orificio **201**. El elemento de camisa deslizante hacia la boca del pozo **203** tiene una ranura circunferencial **220** de ancho **W1**, adaptada para encajarse de forma coincidente mediante una protuberancia **234** a un elemento de accionamiento **202** para permitir que la presión de fluido hacia arriba del elemento de accionamiento **202** obligue al elemento de accionamiento **202** que comprende la camisa de pinza **232** y el elemento de tapón **250** en el fondo del pozo, forzando de este modo el movimiento del elemento de camisa deslizante **203** hacia el fondo del pozo descubriendo de esta manera el puerto **220**. Los bordes biselados **221** en la ranura **220** y la presión continua ejercida sobre el elemento de accionamiento **202** permite que la camisa de pinza **232** y, en particular, los dedos de pinza **240** en esta, se compriman radialmente hacia adentro, provocando de este modo que la protuberancia **234** se comprima también radialmente hacia adentro, liberando así las protuberancias **234** del acoplamiento coincidente con la ranura **220** y permitiendo el movimiento continuo hacia el fondo del pozo del elemento de accionamiento **202** para accionar elementos de camisa deslizantes similares hacia el fondo de pozo que tienen ranuras **220** con un ancho similar o menor **W1**.

En la realización del sistema **200** que se muestra en las **Figuras 2A-2D**, se sitúa una segunda serie / grupo de (segundos) puertos **206'**, **206"** hacia el fondo del pozo de dichos primeros puertos **206**, teniendo cada uno de dichos segundos

puertos **206'**, **206"** segundos elementos de camisa deslizable respectivos **204**, **205**. Cada uno de dichos elementos de camisa deslizable **204**, **205** tiene una ranura circunferencial **220** de ancho **W2**, en donde **W2>W1**.

Funcionamiento de la Realización Preferida mostrada en las Figuras 2A-2D y en las Figuras 3A – 8.

El modo de funcionamiento del sistema **200** para descubrir dos grupos de puertos separados, a saber, los primeros puertos **206** y el segundo grupo de (segundos) puertos **206'**, **206"**, como se muestra en las **Figuras 2A-2D** y en las **Figuras 3A - 8**, se describe a continuación, y es en efecto una duplicación del sistema mostrado en las **Figuras 1A-1D** descritas anteriormente, pero con elementos de deslizamiento hacia la boca del pozo **203** que cubren el grupo de los **primeros** puertos **206**, dichos elementos de deslizamiento **203** (del tipo mostrado en la **Figura 3A**) que tiene unas ranuras **220** de un ancho **W1** menor que las ranuras circunferenciales **220** de ancho **W2** en los elementos de camisa deslizable asociados **204**, **205** del tipo que se muestra en la **Figura 3B** que cubre los respectivos (segundos) puertos **206'**, **206"**.

Concretamente, con respecto al funcionamiento del sistema **200** para descubrir dos grupos separados de puertos, se introduce en primer lugar un primer elemento de accionamiento **220** que tiene una protuberancia **234** de ancho **W2** en el orificio **210** y se propulsa hacia el fondo del pozo por la presión del fluido aplicada al orificio **210**. El primer elemento de accionamiento **220**, que tiene una camisa de pinza **232** y protuberancias **234** de ancho **W2**, no se acopla a la ranura circunferencial **220** en el (primer) elemento de camisa deslizable (hacia la boca del pozo) **203** que cubre el primer puerto **206** debido a que el ancho **W2** de la protuberancia **234** en el primer elemento de accionamiento **220** es más grande que el ancho **W1** de la(s) ranura(s) **220** en el(los) primer(os) elemento(s) de camisa deslizable **203**. El primer elemento de accionamiento **220** continúa viajando más hacia el fondo de pozo en el revestimiento de tubería **200**.

Cuando el primer elemento de accionamiento **202** se desplaza más hacia el fondo del pozo, encuentra el elemento de camisa deslizable **204** que cubre el segundo puerto **206'** (del segundo grupo de segundos puertos **206'**, **206"**) y la protuberancia **234** se acopla de forma coincidente con la ranura **220** en la misma, puesto que el ancho **W2** de la protuberancia **234** en el primer elemento de accionamiento es igual a (o algo menor que) el ancho **W2** de la ranura **220** en la camisa de pinza **232**. La presión de fluido en el lado de la boca del pozo, del

elemento de accionamiento **202** provoca un movimiento adicional del mismo hacia el fondo del pozo, haciendo que la camisa deslizable **204** se mueva hacia abajo y así descubra/abra el puerto asociado **206'**. Un anillo elástico **270** puede acoplar adicionalmente la camisa deslizable **204** cuando está en dicha posición abierta, con el fin de retener la camisa deslizable **204** en una posición tal que descubra el puerto asociado **206'**.

Debido al biselado (es decir, provisión de los salientes biselados **221**) en la ranura **220**, la camisa de pinza **232** (y en particular los dedos de pinza **240** y las protuberancias **234**) son comprimidos radialmente hacia adentro cuando se sigue aplicando la fuerza hacia el fondo del pozo sobre el elemento de accionamiento **202**, haciendo que las protuberancias **234** de la ranura **220** se desacoplen. Esto permite que el primer elemento de accionamiento **202** continúe avanzando hacia el fondo del pozo para accionar / abrir puertos adicionales en dicho grupo de segundos puertos **206', 206''**.

Las **Figuras 2C y 2D**, junto con las **Figuras 4 a 7**, que muestran una ampliación del funcionamiento de la camisa más al fondo del pozo **205** cuando son accionadas por el primer elemento de accionamiento **202**, y representan el funcionamiento del sistema en el accionamiento de la camisa más al fondo del pozo **205** y descubriendo el (segundo) puerto asociado con el fondo del pozo **206''**.

Sobre las protuberancias **234** de ancho **W2** en el elemento de accionamiento **202** que se encuentra con la ranura circunferencial **220** en la camisa deslizante más al fondo del pozo **205** asociada con el puerto al fondo del pozo **206''**, la(s) protuberancia(s) **234** se acopla(n) de manera coincidente con la ranura **220** sobre la misma. Sin embargo, como la fuerza de cizallamiento necesaria para cizallar los tornillos de cizallamiento **222** que aseguran el elemento de camisa deslizable **205** al elemento de tubería asociado **213** es mayor que la fuerza necesaria para cizallar los pasadores de cizallamiento **275** que aseguran el elemento de tapón **250** al extremo de boca de pozo de la camisa de pinza **232**, la presión de fluido continua que actúa sobre el elemento de accionamiento **202**, hace que los pasadores de cizallamiento **275** cizallen permitiendo de este modo que el elemento de tapón **250** se mueva de forma deslizable a una segunda posición dentro de la camisa de pinza **232**, concretamente hacia el fondo del pozo de la camisa de pinza **232** como se muestra en la **Figura 6**, en donde los elementos de hombro **255** en la camisa de pinza **232** detienen el movimiento hacia el fondo del pozo de elemento de tapón **250**. Cuando el elemento de tapón **250** está en dicha segunda posición impide que los dedos de

pinza **240** y las protuberancias asociadas **234** sobre los mismos estén comprimidas radialmente hacia adentro y evita de este modo que las protuberancias **234** se desacoplen de la pieza de tapón **250** (véase la **Figura 6**). La presión de fluido adicional aplicada al orificio **210** hacia la boca del pozo, del primer elemento de accionamiento **202** provoca entonces un movimiento del elemento de tapón **202** hacia el fondo del pozo, haciendo que la camisa de deslizamiento **205** se mueva hacia el fondo del pozo y descubra/abra de esta manera el puerto asociado **206"**. Se puede proporcionar además un broche de anillo **270** para acoplar la camisa deslizable **205** cuando está en dicha posición abierta, para así retener la camisa deslizable **204** en una posición tal que descubra el puerto asociado **206"**, como se muestra en la **Figura 7**. Posteriormente, se puede inyectar fluido en la formación a través de los puertos abiertos **206'**, **206"**, para permitir la fracturación de la formación en la región de los puertos **206'**, **206"**.

Cuando se ha utilizado un elemento de tapón **250** soluble, la acción del fluido que queda en el orificio **210** disuelve el elemento de tapón **250**, dejando los elementos de tubería **212**, **213** en una configuración que permite el ingreso de hidrocarburos desde la formación a través de los puertos abiertos **206**, **206'** y **206"** en el revestimiento de tubería para su posterior producción a la superficie.

De manera alternativa, si el elemento de tapón **250** no es soluble, puede ser escariado mediante la inserción de un elemento de escariado (no mostrado) dentro del revestimiento **200** para, de este modo, remover el elemento de accionamiento **202** y el elemento de tapón asociado **250** del interior del revestimiento de tubería **200** para evitar la obstrucción de los fluidos dentro del revestimiento **200**.

Con el fin de accionar / abrir el(los) (primer(os)) puerto(s) hacia la boca del pozo **206** de una manera similar, en tal refinamiento adicional se emplea otro (segundo) elemento de accionamiento **202**, que también tiene perfiles de protuberancia **234** sobre el mismo. El segundo elemento de accionamiento **202** difiere solamente del primer elemento de accionamiento **202** en que el segundo elemento de accionamiento **202** tiene perfiles de protuberancias **234** de ancho **W1**, donde **W1** es menor que el ancho **W2** de las protuberancias **234** en el primer elemento de accionamiento **202**. El funcionamiento del segundo elemento de accionamiento **202** sobre el(los) elemento(s) de camisa deslizable hacia la boca del pozo **203** para de ese modo accionar/descubrir el(los) puerto(s) de agujero **206** hacia la boca del pozo es idéntico al modo descrito anteriormente para utilizar el primer elemento de accionamiento **202** en el accionamiento de elementos de camisa

deslizable hacia el fondo del pozo **204, 205** para abrir los segundos orificios **206', 206"**. De nuevo, si se desea, se puede proporcionar además un broche de anillo **270** para acoplar la camisa deslizable **203** cuando está en dicha posición abierta, para retener de este modo la camisa deslizable **203** en dicha posición, descubriendo el puerto asociado **206**.

De nuevo, si se desea, pueden proveerse puertos de ráfaga sobre cada uno de los puertos **206, 206' y 206"**. De manera similar, en dicha realización adicional que utiliza grupos de puertos, las placas de ráfaga **300** que cubren cada uno de dichos puertos en una pluralidad de grupos de puertos están expresamente configuradas para romper y permitir la comunicación de fluido desde dicho orificio **210** solamente cuando una presión de fluido en dicho orificio excede:

- (i) La presión de fluido necesaria para hacer que el elemento de tapón **250** en cada uno de dichos primer y segundo elementos de accionamiento **202** y dicha camisa de pinza asociada **232** cizalle los tornillos de cizallamiento **222**; y
- (ii) la presión de fluido necesaria para hacer que el elemento de tapón **250** en cada uno de dichos primer y segundo elementos de accionamiento **202** cizalle los pasadores de cizallamiento que fijan el elemento de tapón **250** al lado de boca de pozo de la camisa de pinza **232** para cizallar y permitir que el elemento de tapón **250** se mueva a dicha segunda posición en cada camisa de pinza **232** cuando se acciona/abre la camisa más al fondo del pozo en un grupo de puertos.

La realización adicional de la invención y su método, se describirá ahora con referencia a las **Figuras 9-17** que ilustran varios aspectos de la misma.

La **Figura 9** muestra una porción de un revestimiento de tubería **200** de la presente invención cuando se instala en un pozo y antes de la inyección en el revestimiento de tubería **200** de un elemento de accionamiento **202**. Los elementos de camisa deslizable **203, 204** se muestran en su posición inicial (cerrada) cubriendo los respectivos puertos **206, 206'** en el revestimiento de tubería **200**. En la realización mostrada en la **Figura 9**, cada uno de los elementos de camisa deslizable **203, 204** en el extremo más al fondo del pozo poseen elementos de lengüeta **400** que se extienden radialmente y están inclinados hacia afuera, estando los extremos sobresalientes de los mismos **402** configurados para acoplar una abertura **410** en dicho revestimiento de tubería **200** cuando uno de dichos elementos de camisa

deslizable **203**, **204** respectivos, se mueve para descubrir un puerto asociado **206**, **206'**, cuyos extremos **402** de los elementos de lengüeta **400** cuando se acoplan a dicha abertura **410** impiden que los respectivos elementos de camisa deslizable **203**, **204** se muevan hacia la boca del pozo para cerrar de esta manera un puerto asociado **206**, **206'**.

Las **Figuras 10 y 11** muestran una secuencia de funcionamiento de un elemento de accionamiento **202**, cuando un elemento de tapón **250** tal como una bola esférica **250'** y el elemento de accionamiento **202** son forzados hacia el fondo del pozo a través de la presión del fluido inyectada en la superficie en el revestimiento de tubería **200**.

Específicamente, la **Figura 10** muestra el acoplamiento inicial del perfil de protuberancia radialmente inclinado hacia afuera **234** de ancho **W1** sobre el elemento de accionamiento **202**, con ranura anular interior **220** en el elemento de camisa deslizable **203** de ancho **W1** correspondiente.

La **Figura 11** muestra la posición subsiguiente del elemento de camisa deslizable **203**, después de que se ha inyectado fluido presurizado hacia la boca del pozo del elemento de accionamiento **202**, y el elemento de bola **250'** ha forzado el elemento de camisa deslizable **203** y las lengüetas **400** hacia el fondo del pozo para abrir puertos **206** y simultáneamente hacer que los extremos **402** en los elementos de lengüeta **400** acoplen la abertura **410** en el revestimiento tubular **200**, impidiendo de esta manera que el elemento de camisa deslizable **203** se mueva de nuevo hacia la boca del pozo.

Es importante destacar que las **Figuras 10 y 11** muestran un borde abrupto **700**, **702** respectivamente en un lado hacia el fondo del pozo de cada ranura interior **220** y perfil/protuberancia sobresaliente **234**, cuyos bordes abruptos **700**, **702** previenen juntos el movimiento adicional hacia el fondo del pozo del elemento de accionamiento **202** dentro del revestimiento de tubería **200**. Para los elementos de accionamiento **202** que tienen dicho borde abrupto **700**, el elemento de accionamiento **202** sólo puede usarse para acoplar y mover un único elemento de camisa deslizable **203**, que puede ser deseado para algunas operaciones de fracturación que buscan únicamente abrir un solo puerto localizado **206** en dicho revestimiento de tubería **200** para una operación de fracturación particular.

Sin embargo, si se desea el movimiento de otros elementos de camisa deslizable (por ejemplo, tal como un elemento de camisa de deslizamiento adicional

204 de fondo de pozo), se necesita emplear otro elemento de accionamiento **202'**. En una realización de este tipo es útil si el elemento de accionamiento **202** que comprende la camisa de pinza **232** y el perfil / protuberancia **234** se hace soluble, es decir, de un material soluble que se disuelve relativamente rápidamente en un fluido tal como un fluido altamente básico o ácido que puede inyectarse en el fondo del pozo en dicho revestimiento de tubería **200** para, de este modo, remover el elemento de accionamiento **202** del revestimiento de tubería **200**.

Las Figuras **12, 13 y 14** muestran una representación tridimensional de corte parcial de las ilustraciones bidimensionales mostradas en las Figuras **10 y 11**, mostrando en la Figura **12** el perfil sobresaliente **234** de ancho **W1** sobre el elemento de accionamiento **202** que inicialmente se acopla a la ranura circunferencial interior **220** de ancho **W1** en el elemento de camisa deslizante **203**. Las Figuras **12-14** ilustran etapas consecutivas (i) a (iii) del método expuesto anteriormente en el Resumen de la invención.

Es importante destacar que las Figuras **12, 13 y 14**, sin embargo, muestran una variación del perfil de protuberancia **234** y de la ranura interior **220**, en donde la ranura interior **220** en un borde lateral de fondo del mismo y / o dicho perfil sobresaliente **234** en un borde lateral de fondo de pozo del mismo están provistos de un bisel **800, 802**, respectivamente. Una configuración de este tipo permite, de manera ventajosa, que después de que el elemento de accionamiento **202** haya acoplado de forma coincidente una respectiva ranura circunferencial interior **220** sobre un elemento de camisa deslizante asociado **203** y movido dicho elemento de camisa deslizante **203** hacia el fondo del pozo para abrir un puerto asociado **206**, dicho perfil inclinado elásticamente hacia afuera **234** en el elemento de accionamiento **202** a ser liberado de dicho acoplamiento coincidente cuando se aplica una presión de fluido adicional hacia la boca del pozo para dicho elemento de tapón **250'**. De esta manera, el elemento de accionamiento **202** puede seguir moviéndose, de manera ventajosa, hacia el fondo del pozo, a lo largo del elemento tubular **200**, como se muestra en la Figura **9**, para accionar a continuación un elemento adicional de camisa deslizante **204** de fondo de pozo que tiene un surco circunferencial interior **220** de ancho **W1** dimensionado de forma similar y abre así el orificio de fondo de pozo adicional **206'** y potencialmente otros orificios de fondo de pozo en un grupo que se desea abrir mediante un único elemento de accionamiento **202** (ver la Figura **9**).

La **Figura 12** muestra el elemento de accionamiento **202** que tiene un perfil sobresaliente **234** de ancho **W1** que se acopla de forma coincidente con la ranura circunferencial **220** de ancho **W1**.

La **Figura 13** muestra el elemento de accionamiento **202** que tiene un elemento de camisa deslizable parcialmente movido **203** para descubrir parcialmente los puertos **206** en el revestimiento de tubería **200**.

La **Figura 14** muestra el elemento de accionamiento **202** que tiene el elemento de camisa deslizable **204** completamente movido para descubrir por completo los puertos **206'** en el revestimiento de tubería **200**, de manera que los elementos de lengüeta **400** y en particular sus extremos sobresalientes **402** se han acoplado a la abertura **410** en el revestimiento tubular **200**, evitando de esta forma que el elemento de camisa deslizable se mueva hacia la boca del pozo para cubrir de nuevo los puertos **206'**. La presión de fluido adicional ejercida sobre el elemento de bola **250'** y el elemento de accionamiento **202** hace que las superficies de bisel **800 y 802** en la ranura circunferencial **220** y el perfil **234** respectivamente entren en contacto y permitan de este modo que el elemento de accionamiento se dirija al fondo del pozo para accionar camisas similares que tienen ranuras **220**, hasta que se encuentre una ranura circunferencia **220** en un elemento de camisa deslizable que no tiene un bisel **800**, punto en el cual se puede detener el movimiento adicional del elemento de accionamiento **202** hacia el fondo del pozo. Este será el caso si el elemento de accionamiento **202** no está provisto de un bisel **800** y en su lugar está provisto de un borde abrupto **700** como se muestra en las **Figuras 10 y 11**, que al encontrarse con una ranura circunferencial **220** que tiene un borde abrupto **700**, se impedirá desacoplar el elemento de camisa deslizable respectivo y se le forzará a permanecer acoplado de manera coincidente a dicho elemento de camisa deslizable.

La **Figura 15** muestra la posición del elemento de accionamiento **202** y el elemento de bola **250'** de la misma, después de haber abierto los puertos **206**.

La **Figura 16** muestra una etapa subsiguiente en el método, en donde se ha disuelto el elemento de tapón **250** (bola **250'**).

El proceso anterior puede repetirse para elementos de camisa deslizable **203** de fondo de pozo similares que tienen un ancho constante **W1**, empleando biseles en dicho borde de fondo de pozo de cada una de dichas ranura circunferencial **220** y perfil de protuberancia **234**, para permitir que el elemento de accionamiento **202** se desacople de un elemento de camisa deslizable respectivo después de abrir dicho

elemento de camisa, para luego desplazarse hacia el fondo del pozo para accionar otros elementos de camisa similares con ranuras circunferenciales **220** configuradas de forma idéntica y con las mismas dimensiones.

Para otros grupos de elementos de camisa deslizable hacia la boca del pozo, en donde las ranuras circunferenciales **220** son de un ancho menor que **W1**, puede usarse un elemento de accionamiento tal como el elemento de accionamiento **202'** mostrado en la **Figura 17** que tienen un perfil de protuberancia **234** de un ancho **W0** menor correspondiente, para abrir consecutivamente los elementos de camisa deslizable en dicho grupo.

Como puede verse en la **Figura 17**, el elemento de accionamiento **202'** puede estar provisto de un anillo anular **600** de un diámetro sustancialmente igual al diámetro de los elementos de camisa deslizable, para ayudar al elemento de accionamiento **202'** a moverse hacia el fondo del pozo en el revestimiento tubular sin atascarse en dicho revestimiento **200**. Se puede proporcionar adicionalmente un bisel **602** en el anillo **600** para asistir adicionalmente en esta función.

La descripción anterior de algunas realizaciones del sistema y método de la presente invención se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica reproduzca o use la presente invención.

Para una definición completa de la invención y su alcance pretendido, se hará referencia al resumen de la invención y las reivindicaciones adjuntas leídas en conjunto y consideradas con la descripción y los dibujos adjuntos.

La referencia a un elemento en singular, por ejemplo, mediante el uso del artículo "un" o "uno", no significa "uno y sólo uno", a menos que así se especifique de manera explícita, sino "uno o más". Además, cuando se hace referencia a "fluido", se considera que dicho término significa todos los líquidos y gases que tienen propiedades fluidas.

La referencia hecha a "más al fondo", "abajo", "más arriba" y "arriba", y todos los demás adjetivos de referencia relativista se presentan en relación con la posición de un componente cuando se coloca en un pozo vertical.