

SISTEMA Y MÉTODO DE SELLADO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] La presente descripción es una solicitud de patente no provisional, que reivindica el beneficio y la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional U.S. N.º 62/965.386, titulada "SISTEMA Y MÉTODO DE SELLADO" y presentada el 24 de enero de 2020, que se incorpora en la presente como referencia en su totalidad para todos los propósitos.

ANTECEDENTES

[0002] Esta sección está destinada a presentar al lector varios aspectos de la técnica que pueden estar relacionados con varios aspectos de la presente descripción, que se describen a continuación. Se considera que esta descripción es útil para proporcionar al lector información de antecedentes para facilitar una mejor comprensión de los diversos aspectos de la presente descripción. Por consiguiente, se debe entender que estas declaraciones se deben leer bajo esta luz y no como admisiones de la técnica anterior.

[0002] En algunos lugares, los operadores de oleoductos podrían sufrir el robo de combustible a través de grifos ilegales de sus oleoductos. Los ladrones pueden robar el combustible cavando para llegar a un oleoducto enterrado y luego perforar un orificio en la tubería. La liberación de combustible a través del orificio se puede recolectar con mangueras y cubos que son usados por los ladrones o vender en el mercado negro. Estos grifos ilegales pueden producir pérdidas y derrames de combustible que dañan el medio ambiente y pueden afectar la integridad estructural de los oleoductos.

SÍNTESIS

[0003] Esta síntesis se proporciona para presentar una selección de conceptos que se describen más adelante en la descripción detallada. Esta síntesis no se considera para identificar características clave o esenciales del tema reivindicado, ni está destinado a ser utilizado como una ayuda para limitar el alcance del tema reivindicado.

[0004] En lugar de desenterrar un oleoducto o cavar nuevas zanjás para instalar un nuevo oleoducto, se puede instalar tubería flexible en la infraestructura del oleoducto existente. En efecto, la tubería flexible es duradera y operativa en condiciones de funcionamiento adversas y puede adaptarse a altas presiones y temperaturas. En el caso de que la tubería flexible esté roscada o dañada, los orificios en la tubería flexible se pueden reparar incluso si la tubería flexible está instalada en otra infraestructura de oleoducto.

[0005] En un ejemplo, un sistema de sellado es para sellar un orificio en un conducto. El sistema de sellado incluye un sellado expandible que pasa de un estado contraído a un estado expandido. En el estado expandido el sellado expandible pone en contacto una superficie interior del conducto alrededor de un orificio. Un expansor se inserta en el sellado expandible para hacer la transición del sellado expandible del estado contraído al estado expandido. Un sensor emite una primera señal indicativa del orificio en el conducto. Un controlador se acopla al sensor y detecta una ubicación del orificio en respuesta a la primera señal emitida por el sensor.

[0006] En otro ejemplo, es un método de reparación de un orificio en una tubería flexible. El método incluye detectar una ubicación de un orificio en una tubería flexible. El método también incluye mover un sellado expandible a través de una perforación de la tubería flexible para alinear el

sellado expandible con el orificio. El método luego expande el sellado expandible con un expansor para formar un sellado alrededor del orificio en la tubería flexible.

[0007] En otro ejemplo, es un sistema de sellado para sellar un orificio en un conducto. El sistema de sellado incluye un sellado expandible que pasa de un estado contraído a un estado expandido. En el estado expandido el sellado expandible pone en contacto una superficie interior de un conducto alrededor de un orificio. El sellado expandible incluye una primera capa de material. Una segunda capa de material se acopla a una superficie exterior de la primera capa. La segunda capa forma un sellado con el conducto alrededor del orificio. El sellado expandible incluye solo una porción continua única de la segunda capa de material.

[0008] Otros aspectos y ventajas del tema reivindicado serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] La FIG. 1 es una vista en perspectiva transversal de una tubería flexible instalado dentro de un tubo portador, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0010] La FIG. 2 es una vista lateral transversal de una tubería flexible dentro de un tubo portador con un orificio perforado a través del tubo portador y la tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0011] La FIG. 3 es una vista en perspectiva de un sellado expandible para sellar un orificio en una tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0012] La FIG. 4 es una vista en perspectiva de un sellado

expandible para sellar un orificio en una tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0013] La FIG. 5 es una vista lateral en sección transversal parcial de un sistema de sellado que incluye un robot que tira un sellado expandible a su posición para sellar un orificio en una tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0014] La FIG. 6 es una vista lateral transversal parcial del sistema de sellado de la FIG. 5 con el sellado expandible alineado con el orificio en la tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0015] La FIG. 7 es una vista lateral transversal parcial del sistema de sellado de la FIG. 6 con el sellado expandible que sella el orificio en la tubería flexible, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0016] La FIG. 8 es una vista lateral de un sistema de sellado, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0017] La FIG. 9 es una vista lateral de un sistema de sellado, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0018] La FIG. 10 es una vista lateral de un sistema de sellado, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

[0019] La FIG. 11 es un cuadro de flujo de un método para sellar un orificio en una tubería flexible con un sistema de sellado, de acuerdo con las formas de realización de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0020] A continuación se resumen algunas formas de realización acordes con el alcance de la presente

descripción. Estas formas de realización no pretenden limitar el alcance de la descripción, sino que estas formas de realización están destinadas únicamente a proporcionar un breve resumen de ciertas formas de realización descriptas. En efecto, la presente descripción puede abarcar una variedad de formas que pueden ser similares o diferentes de las formas de realización expuestas a continuación.

[0021] Como se usa en la presente, el término "acoplado" o "acoplado a" puede indicar el establecimiento de una conexión directa o indirecta, y no se limita a ninguno de ellos a menos que se mencione expresamente como tal. El término "conjunto" puede referirse a uno o más elementos. Siempre que sea posible, se utilizan números de referencia iguales o idénticos en las figuras para identificar elementos comunes o iguales. Las figuras no están necesariamente a escala y ciertas características y ciertas vistas de las figuras se pueden mostrar exageradas en escala para fines de aclaración.

[0022] Además, cuando se introducen elementos de diversas formas de realización de la presente descripción, los artículos "un", "una" y "el/la" se considera que significan que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" pretenden ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados. Además, se debe entender que las referencias a "alguna forma de realización" o "una forma de realización" de la presente descripción no se deben interpretar como excluyentes de la existencia de formas de realización adicionales que también incorporan las características enumeradas. Además, la frase A "basado en" B pretende significar que A se basa al menos parcialmente en B. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, el término "o" se considera que es inclusivo (por ejemplo, O lógico) y no exclusivo. (por

ejemplo, XOR lógico). En otras palabras, la frase A "o" B significa A, B o tanto A como B.

[0023] Como se explicó anteriormente, los operadores de oleoductos pueden sufrir el robo de combustible a través de grifos ilegales de sus oleoductos. Estos grifos ilegales producen pérdidas y derrames de combustible que dañan el medio ambiente y pueden afectar la integridad estructural de los oleoductos. Sin embargo, en lugar de desenterrar el oleoducto existente o cavar nuevas zanjas para instalar un nuevo oleoducto, se puede instalar tubería flexible en el oleoducto existente. El oleoducto existente se convierte entonces en un tubo portador que proporciona un conducto para el despliegue rápido de la tubería flexible. Esta descripción describe sistemas y métodos que pueden permitir la reparación de la tubería flexible en caso de que se perfora un orificio en la tubería flexible. Los sistemas y métodos de reparación de esta descripción se proporcionan a pesar de los desafíos de la estructura de la tubería flexible que pueden limitar los tipos de reparaciones que se pueden realizar. Como se explicará a continuación, la tubería flexible puede incluir múltiples capas de termoplástico (por ejemplo, polietileno de alta densidad) que recubren una o más capas de tiras de metal (por ejemplo, acero). Por consiguiente, reparar un grifo ilegal presenta el desafío de sellar un orificio a través de múltiples capas de diferentes materiales. La descripción a continuación describe un sistema y método de sellado que permite la reparación de tubería flexible, incluso cuando la tubería flexible está dispuesta dentro de un tubo portador existente.

[0024] La FIG. 1 es una vista en perspectiva transversal de una tubería flexible 10 (por ejemplo, un conducto) instalada dentro de un tubo portador 12 (por ejemplo, un conducto) para formar una infraestructura de tubería o un sistema de

tuberías 14. El tubo portador 12 define una perforación 16 que recibe la tubería flexible 10 durante la instalación. La colocación de la tubería flexible 10 dentro de una tubería existente puede ahorrar tiempo y dinero al reducir y/o eliminar la construcción de zanjas y/u otra infraestructura para colocar la tubería flexible 10.

[0025] En algunas situaciones, el tubo portador 12 ya puede estar enterrado debajo de la superficie. Si se perfora un orificio en la tubería flexible 10, se pueden impactar múltiples capas de la tubería flexible 10. Por ejemplo, la tubería flexible 10 puede incluir una primera capa o una capa interior 20 que puede estar hecha de un termoplástico (por ejemplo, polietileno de alta densidad (HDPE)). La capa interior 20 define una perforación 22 que transporta un fluido (por ejemplo, combustible). Rodeando la capa interior 20 hay una segunda capa o capa media 24 que puede estar hecha de un metal (por ejemplo, tiras de acero) que proporciona resistencia a la tubería flexible 10. Y rodeando la capa media 24 puede haber una tercera capa o capa exterior 26 hecha de un termoplástico (por ejemplo, HDPE). La capa interior 20 y la capa exterior 26 pueden proteger la capa media 24 de los fluidos dentro de la perforación 22 así como de los fluidos y sustancias fuera de la tubería flexible 10. Por ejemplo, la capa interior 20 y la capa exterior 26 pueden proteger la capa media 24 de la corrosión.

[0026] Se debe entender que la tubería flexible 10 es un tubo o conducto que transporta o transfiere agua, gas, aceite o cualquier tipo de fluido adecuado. La tubería flexible 10 puede estar hecha de cualquier tipo de materiales, incluidos plásticos, metales, compuestos (por ejemplo, compuestos reforzados con fibras) y/u otros materiales adecuados. La tubería flexible 10 puede incluir tubería flexible adherida o no adherida, tubería compuesta flexible (FCP), tubería

compuesta termoplástica (TCP) o tubería termoplástica reforzada (RTP). La tubería FCP o RTP puede estar compuesta por sí misma generalmente de varias capas. En una o más formas de realización, una tubería flexible puede incluir un revestimiento termoplástico o una funda de presión interna que tiene una capa de refuerzo y una capa de cubierta exterior termoplástica. En una o más formas de realización, el termoplástico puede ser polietileno de alta densidad (HDPE). Por tanto, la tubería flexible puede incluir diferentes capas que pueden estar hechas de una variedad de materiales y también pueden proporcionar resistencia a la corrosión. Por ejemplo, en una o más formas de realización, la tubería utilizada para formar una bobina de tubería puede tener una capa de cubierta exterior de protección contra la corrosión que está dispuesta sobre otra capa de refuerzo de acero. Por ejemplo, se pueden colocar tiras de acero enrolladas helicoidalmente sobre un revestimiento hecho de tubería termoplástica. La tubería flexible se puede diseñar para manejar una variedad de presiones. En consecuencia, la tubería flexible puede ofrecer características y beneficios únicos versus las tuberías de acero/acero al carbono en el área de resistencia a la corrosión, flexibilidad, velocidad de instalación y reutilización. Otro tipo de tubería flexible o enrollable es la tubería enrollable o enrollada, que puede estar hecha de acero y tener una capa protectora de protección contra la corrosión.

[0027] La FIG. 2 es una vista lateral transversal de la tubería flexible 10 dentro del tubo portador 12. El tubo portador 12 se muestra para incluir la abertura u orificio 18 (por ejemplo, orificio radial) y la tubería flexible 10 incluye los orificios 40, 42 y 44 dentro de las respectivas capas 20, 24 y 26 (por ejemplo, primera capa, segunda capa, tercera capa). Estos orificios 18, 40, 42 y 44 se pueden

formar cuando se perfora un orificio en la perforación 22 de la tubería flexible 10. Después de que los orificios 18, 40, 42 y 44 se perforan a través del tubo portador 12 y la tubería flexible 10, los orificios 18, 40, 42 y 44 pueden tener un área de sección transversal similar o un diámetro 46. Con el fin de bloquear el flujo de fluido para que no salga del tubería flexible 10 a través de los orificios 40, 42 y 44, se describe el sistema de sellado siguiente coloca un sellado expandible dentro de la perforación 22 alrededor del orificio 40 en la capa interior 20.

[0028] La FIG. 3 es una vista en perspectiva de un sellado expandible 90 para sellar un orificio en una tubería flexible (por ejemplo, una tubería flexible 10). Como se ilustra, el sellado expandible 90 define una forma transversal corrugada (por ejemplo, estriada, ondulada). Por ejemplo, el sellado expandible 90 puede incluir una pluralidad de crestas 92 y cavidades 94 que se extienden alrededor de la circunferencia del sellado expandible 90. Esta forma corrugada permite que el sellado expandible 90 forme un diámetro inicial más externo 96, en un estado contraído, que se puede expandir a un diámetro que sea mayor que el diámetro más externo inicial 96, en un estado expandido, lo que permite el sellado. Por ejemplo, el sellado expandible 90 se puede expandir desde su forma corrugada inicial a la forma de un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10) que rodea al sellado expandible 90 (por ejemplo, forma circular). Como se explicará a continuación, expandir el sellado expandible 90 permite que el sellado expandible 90 se acople herméticamente a una superficie interior de un conducto (por ejemplo, la capa interior 20 de la tubería flexible 10). Por lo tanto, el sellado expandible 90 se puede colocar cerca de un orificio (por ejemplo, el orificio 40) dentro de un conducto (por ejemplo, la tubería flexible 10) para permitir el sellado

del orificio desde el interior del conducto.

[0029] En algunas formas de realización, el sellado expandible 90 puede incluir múltiples capas de material (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5). Estas capas pueden diferir en sus propiedades pero permiten el sellado. Por ejemplo, el sellado expandible 90 puede incluir una primera capa o capa estructural 98 que proporcione resistencia y rigidez. En algunas formas de realización, la capa estructural 98 puede ser de metal, que se puede deformar a partir de una forma inicial mientras aún proporciona resistencia y rigidez. Una segunda capa o capa de sellado 100 rodea la capa estructural 98. En funcionamiento, la capa de sellado 100 forma un acoplamiento de sellado con la capa estructural 98 y con un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). La capa de sellado 100 puede ser de caucho, plástico o una combinación de estos. En algunas formas de realización, la capa de sellado 100 puede ser un material hinchable que se hincha en respuesta a la absorción del fluido (por ejemplo, combustible) que fluye a través del conducto (por ejemplo, el orificio 22 de la tubería flexible 10). El material hinchable se puede endurecer y/o aumentar el acoplamiento de sellado entre la capa de sellado 100 y la capa estructural 98. En algunas formas de realización, el sellado expandible 90 puede incluir una tercera capa o capa protectora 102. La capa protectora 102 puede ser un material no reactivo (por ejemplo, caucho, plástico) que bloquea o reduce la capa estructural 98 para que no reaccione con el fluido que fluye a través del conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). Por ejemplo, la capa protectora 102 y la capa de sellado 100 pueden bloquear o reducir la corrosión de la capa estructural 98. En algunas formas de realización, la capa de sellado 100 y/o la capa protectora 102 se pueden extender desde un primer extremo 104 hasta un segundo extremo 106 del capa estructural

98.

[0030] La FIG. 4 es una vista en perspectiva de un sellado expandible 120 para sellar un orificio en una tubería flexible (por ejemplo, tubería flexible 10). Como se ilustra, el sellado expandible 120 define una forma transversal corrugada (por ejemplo, estriada, ondulada). Por ejemplo, el sellado expandible 120 puede incluir una pluralidad de crestas 122 y cavidades 124 que se extienden alrededor de la circunferencia del sellado expandible 120. Esta forma corrugada permite que el sellado expandible 120 forme un diámetro más externo inicial 126, en un estado contraído, que se puede expandir a un diámetro que sea mayor que el diámetro más externo inicial 126, en un estado expandido, lo que permite el sellado. Por ejemplo, el sellado expandible 120 se puede expandir desde su forma corrugada inicial a la forma de un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10) que rodea al sellado expandible 120 (por ejemplo, forma circular). Después de la expansión, el sellado expandible 120 puede formar un sellado alrededor de un orificio en el conducto.

[0031] En algunas formas de realización, el sellado expandible 120 puede tener múltiples capas de material (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5). Estas capas pueden diferir en sus propiedades pero en funcionamiento facilitan el sellado. Por ejemplo, el sellado expandible 120 puede incluir una primera capa o capa estructural 128 que proporciona resistencia y rigidez. En algunas formas de realización, la capa estructural 128 puede ser de metal. Una segunda capa o capa de sellado 130 rodea la capa estructural 128. En funcionamiento, la capa de sellado 130 forma un acoplamiento de sellado con la capa estructural 128 y con un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). La capa de sellado 130 puede ser de caucho, plástico, un material hinchable o una

combinación de estos. En algunas formas de realización, la capa de sellado 130 puede no extenderse desde un primer extremo 132 a un segundo extremo 134 de la capa estructural 130. En otras palabras, la capa de sellado 130 se puede extender una distancia 136 sobre la capa estructural 128 que es menor que la longitud completa 138 de la capa estructural 128. En algunas formas de realización, el sellado expandible 120 puede incluir solo una porción continua única del material de la capa de sellado 130 que se extiende sobre una porción de la capa estructural 128. En otras palabras, el sellado expandible 120 puede no incluir múltiples capas de sellado 130 que estén desplazadas lateralmente entre sí a lo largo de la longitud 138 de la capa estructural 128.

[0032] La FIG. 5 es una vista lateral transversal parcial de un sistema de sellado 160 capaz de administrar y expandir un sellado expandible 162 (por ejemplo, sellados expandibles 90, 120). En algunas formas de realización, el sistema de sellado 160 puede incluir un robot 164 que administra el sellado expandible 162 a una posición alineada con el orificio 40 (por ejemplo, orificio radial) en la capa interior 20 de la tubería flexible 10. El robot 164 tiene el tamaño apropiado para caber dentro del orificio 22 definido por la capa interior 20 de la tubería flexible 10 así como para desplazarse a través de conexiones entre las secciones de tubería flexible 10 que definen un diámetro menor que la capa interior 20. El robot 164 puede incluir pistas 166 y/o ruedas accionadas por un motor (no mostrado) que permite al robot 164 mover el sellado expandible 162 a través de la tubería flexible 10.

[0033] Para determinar la ubicación apropiada para desplegar el sellado expandible 162, el sistema de sellado 160 incluye un sistema de ubicación 168. El sistema de ubicación 168 puede incluir uno o más sensores 170 y/o emisores 172 que

permiten al robot 164 determinar su ubicación y/o la ubicación del sellado expandible 162 con relación al orificio 40 en la capa interior 20.

[0034] Por ejemplo, después de identificar la ubicación del orificio 40 en la tubería flexible 10, un operador puede instalar un emisor 172 que emite una señal (por ejemplo, señal electrónica) que identifica la ubicación del orificio 40. Los emisores 172 se pueden acoplar al tubo portador 12 (por ejemplo, exterior o interior) y/o acoplar a la tubería flexible 10 (por ejemplo, superficie exterior, orificios interiores 40, 42 y/o 44). Las señales del emisor 172 son detectadas por un sensor 70 (por ejemplo, sensores en el robot 164). Los emisores 172 pueden incluir un dispositivo de identificación por radiofrecuencia (RFID), emisor de luz (por ejemplo, visible, infrarrojo), emisor de ondas de radio, emisor de microondas, emisor de señales celulares, entre otros. En algunas formas de realización, puede haber múltiples emisores 172 que transmiten diferentes tipos de señales (por ejemplo, luz, eléctrica) que son detectadas por diferentes tipos de sensores 170 para proporcionar redundancia y/o exactitud en la ubicación del orificio 40 y la alineación del sellado expandible. 162. Las señales producidas por estos emisores 172 son recibidas por los sensores 170 que permiten que un controlador 174 determine la posición del sellado expandible 162 con respecto al orificio 40. En algunas formas de realización, los sensores 170 pueden determinar la posición del sellado expandible 162 en relación con el orificio 40 usando sensores del sistema de posicionamiento global (GPS), sensores de distancia recorrida (por ejemplo, sensores de rotación en el robot 164), sensores electromagnéticos (por ejemplo, sensor electromagnético que detecta la ausencia de material de la segunda capa 24), cámaras (por ejemplo, visual, infrarrojo),

entre otros. En otras formas de realización más, el sistema de sellado 160 puede usar una combinación de los emisores 172 y los sensores 170 para determinar la ubicación del orificio 40 así como sensores 170 (por ejemplo, cámara, sensor de distancia, sensor electromagnético) capaces de detectar la posición del orificio 40 sin una señal de un emisor

[0035] El controlador 174 incluye un procesador 176 y una memoria 178. El procesador 176 puede ser un microprocesador que ejecuta software para detectar el orificio 40 y/o determinar la ubicación del sellado expandible 162 con respecto al orificio 40 utilizando la retroalimentación del sensores 170. El procesador 176 puede incluir uno o varios microprocesadores, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA) o alguna combinación de estos. Por ejemplo, el procesador 176 puede incluir uno o más procesadores informáticos de conjunto de instrucciones reducido (RISC).

[0036] La memoria 178 puede incluir una memoria volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de sólo lectura (ROM). La memoria 178 puede almacenar una variedad de información y se puede usar para varios propósitos. Por ejemplo, la memoria 178 puede almacenar instrucciones ejecutables del procesador, tales como firmware o software, para que las ejecute el procesador 176. La memoria 178 puede incluir ROM, memoria flash, un disco duro o cualquier otro medio de almacenamiento óptico, magnético o de estado sólido adecuado o una combinación de estos. La memoria 178 puede almacenar datos, instrucciones y cualquier otro dato adecuado.

[0037] Para expandir el sellado expandible 162, el sistema de sellado 160 incluye un expansor 180 (por ejemplo, obturador). El expansor 180 se acopla y apoya dentro del

sellado expandible 162. En funcionamiento, el expansor 180 se hincha para hacer la transición del sellado expandible 162 de un estado contraído a un estado expandido o de sellado. En algunas formas de realización, el expansor 180 se acopla a un robot 164 con un conector 182 que permite al robot 164 tirar del expansor 180 y el sellado expandible 162 a su posición. En algunas formas de realización, el conector 182 puede permitir el acoplamiento tanto mecánico como eléctrico entre el robot 164 y el expansor 180. Aunque la FIG. 5 ilustra el sistema de sellado 160 con un robot 164 que tira del expansor 180 y el sellado expandible 162, en otras formas de realización un calibre de inspección de línea de cable o tubería (por ejemplo, PIG) puede tirar y/o empujar el expansor 180 y el sellado expandible 162 a su posición. En algunas formas de realización, el PIG puede ser un PIG inteligente que incluye varios sensores para detectar su posición y/o la posición del sellado expandible 162 con respecto al orificio 40.

[0038] La FIG. 6 es una vista lateral transversal parcial del sistema de sellado 160 de la FIG. 5 con el sellado expandible 162 alineado con el orificio 40 en la tubería flexible 10. Usando los sensores 170 y/o emisores 172, el sistema de sellado 160 posiciona el sellado expandible 162 con relación al orificio 40. Una vez en posición, el expansor 180 se expande, que a su vez expande el sellado expandible 162. En algunas formas de realización, el expansor 180 se expande en respuesta a la recepción de fluido (por ejemplo, gas, líquido o una combinación de estos) a través de un conducto 190. El conducto 190 se puede acoplar a una bomba que bombea un fluido de una fuente de fluido. Por ejemplo, la bomba y/o la fuente de fluido se pueden colocar fuera del tubo portador 12. El flujo de fluido hacia el expansor 180 se puede controlar mediante el control de la bomba y/o el

control 1 de una válvula 192 acoplada al expansor 180. La válvula 192 puede ser controlada por el controlador 174 a través del conector 182. En algunas formas de realización, el sistema de sellado 160 puede incluir uno o más de los sensores 170 para facilitar el posicionamiento del sellado expandible 162 con respecto al orificio 40. Por ejemplo, los sensores 170 acoplados al robot 164 pueden permitir la identificación del orificio 40 mientras que el sensor 170 acoplado al expansor 180 permite la alineación del sellado expandible 162 con el orificio 40.

[0039] La FIG. 7 es una vista lateral transversal parcial del sistema de sellado de la FIG. 6 con el sellado expandible 162 en un estado expandido que sella el orificio 40 en la tubería flexible 10. Después de la expansión del sellado expandible 162, el expansor 180 se retira y la tubería flexible 10 puede retornar a la operación.

[0040] La FIG. 8 es una vista lateral de un sistema de sellado 200. El sistema de sellado 200 puede incluir un robot 202 capaz de administrar una pluralidad de sellados expandibles 204 a los respectivos orificios en un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). Se debe entender que el sistema de sellado 200 se puede mover o administrar también con un cable o PIG. Una vez en posición, los sellados expandibles 204 se expanden con los respectivos expansores 206 (por ejemplo, obturadores) que se acoplan a los sellados expandibles 204. Si bien se ilustran dos sellados expandibles 204 y los expansores asociados 206, el sistema de sellado 200 puede incluir uno adicional o diferente. número de sellados expandibles 204 y expansores 206 (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 o más). Mediante la inclusión de los sellados expandibles 204 adicionales, el sistema de sellado 200 puede reparar una pluralidad de orificios en un conducto (por ejemplo, secuencialmente). El sistema de sellado 200 también

puede incluir una fuente de fluido 208 (por ejemplo, un recipiente con un fluido) y una bomba 210 que presuriza un fluido para expandir los expansores 206, que a su vez expanden los sellados expandibles 204. La bomba 210 se acopla a los expansores 206 con un conector 212. Los conectores 212 pueden permitir tanto la comunicación de fluido desde la bomba 210 como la comunicación electrónica desde un controlador 214 para controlar las válvulas 216. Las válvulas 216 pueden ser válvulas de múltiples vías que permiten que el fluido presurizado de la bomba 210 expanda expansores específicos 206 y evite otros expansores 206. De esta manera, los sellados expandibles específicos 204 se pueden expandir en ubicaciones deseadas a lo largo del conducto. La bomba 210 y las válvulas 216 se controlan con el controlador 214 en respuesta a la retroalimentación de posicionamiento de los sensores 218. Como se explicó anteriormente, los sensores tales como los sensores 218 se pueden usar para determinar la ubicación de los sellados expandibles 204 en relación con los orificios a lo largo de un conducto que permite un alineamiento adecuado y despliegue de los sellados expandibles 204. Para facilitar el movimiento del sistema de sellado 200 a través del conducto, la fuente de fluido 208, la bomba 210 y los expansores 206 se pueden acoplar a plataformas 220 soportadas por una o más ruedas 222. En algunas formas de realización, las ruedas 222 se pueden acoplar directamente a la fuente de fluido, la bomba 210 y/o los expansores 206.

[0041] La FIG. 9 es una vista lateral de un sistema de sellado 240. El sistema de sellado 240 puede incluir un robot 242 capaz de administrar una pluralidad de sellados expandibles 244 a los respectivos orificios en un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). Se debe entender que el sistema de sellado 240 se puede mover o administrar con un

cable o PIG también. Una vez en posición, los sellados expandibles 244 se expanden con los respectivos expansores 246 (por ejemplo, obturadores) que se acoplan a los sellados expandibles 244. Si bien se ilustran dos sellados expandibles 244 y los expansores asociados 246, el sistema de sellado 240 puede incluir un número adicional o diferente de sellados expandibles 244 y expansores 246 (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 o más). De esta manera, el sistema de sellado 240 se puede desplegar para reparar secuencialmente una pluralidad de orificios en un conducto. El sistema de sellado 240 acciona los expansores 246 con un fluido presurizado (por ejemplo, líquido, gas) a través de un conducto 248 que acopla una fuente de fluido presurizado. Para controlar cuál de los sellados expandibles 244 se expande, los expansores 246 incluyen válvulas 250. Las válvulas 250 pueden ser válvulas de múltiples vías que permiten que el fluido presurizado de la bomba 210 expanda expansores específicos 246 y desvíe otros expansores 246. De esta manera, los sellados expandibles específicos 244 se pueden expandir en ubicaciones deseadas a lo largo del conducto. Las válvulas 250 se pueden controlar con un controlador 252 en respuesta a la retroalimentación de posicionamiento de los sensores 254 que indica que un expansor 246 deseado está en la posición adecuada para el despliegue. Para facilitar el movimiento del sistema de sellado 240 a través del conducto, los expansores 246 se pueden acoplar a las plataformas 256 soportadas por una o más ruedas 258. En algunas formas de realización, las ruedas 222 se pueden acoplar directamente a los expansores 246.

[0042] La FIG. 10 es una vista lateral de un sistema de sellado 280. El sistema de sellado 280 puede incluir un robot 282 capaz de administrar una pluralidad de sellados expandibles 284 a los respectivos orificios en un conducto

(por ejemplo, tubería flexible 10). Se debe entender que el sistema de sellado 280 se puede mover o administrar con un cable o PIG también. Una vez en posición, los sellados expandibles 284 se expanden con un expansor 286 (por ejemplo, obturador) que se acopla secuencialmente a los sellados expandibles 284. Mientras que se ilustran tres sellados expandibles 284, el sistema de sellado 280 puede incluir un número adicional o diferente de sellados expandibles. 284 (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 o más). De esta manera, el sistema de sellado 280 se puede desplegar para reparar secuencialmente una pluralidad de orificios en un conducto 288 (por ejemplo, tubería flexible 10). El sistema de sellado 280 acciona el expansor 286 con un fluido presurizado (por ejemplo, líquido, gas) a través de un conducto 290 que acopla una fuente de fluido presurizado al expansor 286. El flujo de fluido al expansor 286 se puede controlar con una válvula 292 y/o con una válvula acoplada a la fuente de fluido. En algunas formas de realización, el controlador 294 puede controlar el funcionamiento de la válvula 292.

[0043] Como se ilustra, el sistema de sellado 280 puede incluir un expansor 286 único para expandir los sellados expandibles 284. Por ejemplo, el expansor 286 puede expandir secuencialmente los sellados expandibles 284 comenzando con el último sellado expandible 284 del sistema de sellado 280, en relación con la dirección de desplazamiento 296. En funcionamiento, el sistema de sellado 280 usa retroalimentación de los sensores 298 para determinar la ubicación de los orificios en el conducto 288. Una vez identificado, el sistema de sellado 280 mueve un sellado expandible 284 a su posición en relación con el orificio. El expansor 286 se expande luego para expandir el sellado expandible 284 sobre el orificio. El expansor 286 luego se puede contraer o desinflar permitiendo la separación del

expansor 286 del sellado expandible 284. Para reutilizar el expansor 286 para expandir otros sellados expandibles 284, el expansor 286 se acerca en la dirección 296 con un cable o conector 300. Por ejemplo, el robot 282 puede incluir un carrito 302 accionado por un motor que toma el cable o conector 300 permitiendo que el sistema de sellado 280 mueva el expansor 286 al siguiente sellado expandible 284. El proceso se puede repetir entonces con el robot 282 colocando el siguiente sellado expandible 284 en posición con respecto a otro orificio en el conducto 288. El expansor 286 se expande de nuevo para expandir el sellado expandible 284 a su posición. Para acoplar la serie de sellados expandibles 284 entre sí y al robot 282, los sellados expandibles 284 se pueden acoplar entre sí con conectores 304 rompibles o temporales (por ejemplo, conectores de plástico). En funcionamiento, a medida que el sellado expandible 284 se expande, los conectores 304 del sellado expandible en expansión 284 se rompen del sellado expandible vecino 284. Una vez rotos, los sellados expandibles restantes 284 se separan del sellado expandible 284 recientemente expandido, lo que permite al robot 282 pasar al siguiente orificio del conducto. Este proceso se repite luego hasta que se han usado todos los sellados expandibles 284 o hasta que no queden orificios para sellar.

[0044] La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un método 320 para sellar un orificio en una tubería flexible con un sistema de sellado. El método 320 comienza mediante la detección de la ubicación de un orificio en un conducto (por ejemplo, tubería flexible 10). El orificio se detecta usando retroalimentación de uno o más sensores del sistema de sellado, etapa 322. Por ejemplo, un operador puede colocar emisores cerca del orificio, lo que permite que los sensores detecten la ubicación del orificio en relación con el sellado

expandible. El sellado expandible luego se mueve a su posición con relación al orificio, etapa 324. El sistema de sellado luego expande el sellado expandible con un expansor para sellar el orificio, etapa 326. Después de sellar el orificio, el método 320 puede volver a la etapa 322 y repetir el proceso para orificios adicionales en el conducto. Aunque el diagrama de flujo ilustra las etapas una cierta secuencia, se debe entender que las etapas se pueden realizar en cualquier orden adecuado y ciertas etapas se pueden realizar simultáneamente, cuando sea apropiado. Además, se pueden agregar u omitir etapas del método 320. Por ejemplo, el método 320 puede incluir etapas adicionales como se describió anteriormente en la descripción de las Figs. 2-10.

[0045] Los efectos técnicos de la invención incluyen la capacidad de sellar orificios en una tubería flexible desde dentro de la tubería flexible. Otro efecto es la capacidad de sellar un orificio en una tubería flexible colocada dentro de una tubería portadora.

[0046] Como se usa en la presente los términos "interior" y "exterior"; "arriba y abajo"; "superior e inferior"; "hacia arriba" y "hacia abajo"; "encima y por debajo"; "hacia adentro" y "hacia afuera"; y otros términos similares, como se usan en la presente, se refieren a posiciones relativas entre sí y no pretenden indicar una dirección u orientación espacial particular. Los términos "acoplar", "acoplado", "conectar", "conexión", "conectado", "en conexión con" y "que conecta" se refieren a "en conexión directa con" o "en conexión con a través de uno o más elementos o miembros intermedios".

[0047] La descripción anterior, con fines explicativos, se ha descrito con referencia a formas de realización específicas. Sin embargo, los análisis ilustrativos anteriores no pretenden ser exhaustivos ni limitar la

descripción a las formas precisas divulgadas. Son posibles muchas modificaciones y variaciones en vista de las enseñanzas anteriores. Además, el orden en el que se ilustran y describen los elementos de los métodos descritos en la presente se puede reorganizar y/o pueden aparecer dos o más elementos simultáneamente. Las formas de realización se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de la descripción y sus aplicaciones prácticas, de este modo para permitir a otros expertos en la técnica utilizar mejor la descripción y diversas formas de realización con diversas modificaciones que se adapten al uso particular contemplado.

[0048] Finalmente, las técnicas presentadas y reivindicadas en la presente están referenciadas y aplicadas a objetos materiales y ejemplos concretos de carácter práctico que mejoran de forma demostrable el presente campo técnico y, como tales, no son abstractas, intangibles o puramente teóricas. Además, si alguna de las reivindicaciones adjuntas al final de esta memoria descriptiva contiene uno o más elementos designados como "medios para [realizar] una [función]..." o "etapa para [realizar] una [función]...", se considera que tales elementos deben ser interpretados bajo 35 USC 112 (f). Sin embargo, para cualquier reivindicación que contenga elementos designados de cualquier otra manera, se considera que dichos elementos no se interpreten bajo 35 U.S.C. 112 (f).