



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 093**

51 Int. Cl.:

G01B 13/02 (2006.01)

G01F 17/00 (2006.01)

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04768869 .2**

96 Fecha de presentación : **12.10.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1747423**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.01.2007**

54

Título: **Procedimiento para determinar la posición de una obstrucción en un paso.**

30

Prioridad: **21.05.2004 EP 04253025**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73

Titular/es:
PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS LIMITED
Chickenhall Lane Eastleigh
Hampshire SO50 6YU, GB

72

Inventor/es: **Sutehall, Ralph**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 366 093 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar la posición de una obstrucción en un paso

Campo de la invención

5 La invención se refiere al campo de los procedimientos para determinar la posición de una obstrucción o boqueo de un paso definido por una canalización o tubería y, concretamente, pero no exclusivamente, por una canalización o tubería dentro de la cual unas fibras ópticas van a ser instaladas por soplado.

Antecedentes de la invención

10 Las instalaciones de fibras sopladas pueden comprender un cable de fibra óptica que contenga unos tubos, o conductos, vacíos, dentro de los cuales las unidades de fibra óptica son instaladas mediante soplado con aire comprimido. La instalación de fibras ópticas por soplado a lo largo de unos pasos de un cable preinstalado es conocida a partir del documento EP 0 108 590. Los cables a menudo son instalados mucho tiempo antes de que las unidades de fibra óptica sean sopladas dentro y las unidades de fibra óptica a menudo serán instaladas por alguien distinto del instalador del cable. Como consecuencia de ello, la persona que instale la unidad de fibra óptica es bastante probable que desconozca la longitud del cable. Un problema adicional es que el cable puede resultar dañado durante la instalación de manera que uno o más de los tubos quede, al menos parcialmente, bloqueado, hasta el extremo de que no sea posible que una unidad de fibra óptica pueda conseguir pasar más allá del bloqueo.

15 Como alternativa, las instalaciones de fibra óptica pueden comprender una canalización instalada de antemano a lo largo de la cual los cables de fibra óptica o las unidades de fibra óptica pueden ser instaladas por soplado. Procedimientos para la instalación de cables de fibra óptica dentro de un conducto instalado de antemano se divulgan en los documentos US 5 645 267 y US 6 311 953. Los problemas mencionados con anterioridad del saber de la longitud de la canalización y del daño que provocan los bloqueos en la canalización pueden aplicarse igualmente a esta forma de realización de fibras sopladas.

20 El solicitante ya ha dado respuesta al problema de la determinación de la longitud de la canalización y de los tubos preinstalados en cables de fibra óptica preinstalados en los documentos EP 1 480 008 A1 y EP 1 598 637 (Solicitudes Nos. 03 253 191.5 y 04 253025.3, respectivamente) los cuales han sido publicados después de la fecha de presentación de la presente solicitud.

Los daños a la canalización o los tubos dentro de los cuales las unidades de fibra óptica o los cables de fibra óptica van a ser instalados por soplado origina dos problemas:

- 1) la unidad de fibra óptica / e l cable de fibra óptica puede resultar atrapada en el punto del desperfecto; y
- 30 2) puede haber una reducción del flujo de aire a través de la canalización o del tubo provocado por una reducción de su sección transversal, lo cual impedirá que la unidad de fibra óptica o el cable de fibra óptica sea instalado de manera satisfactoria.

35 Es conocido el sistema de detectar el desperfecto interno de un tubo en un cable de fibra óptica mediante el soplado de una corta extensión, por ejemplo 150 mm, de la unidad de fibra óptica a lo largo del tubo. La pieza de prueba generalmente presenta un bordón redondeado plisado sobre su extremo frontal para reducir la probabilidad de que se enganche con la pared del tubo. Si el soplado de la pieza de prueba a través del tubo resulta satisfactoria, con ello se sabe que el tubo está en buenas condiciones para la instalación de una unidad de fibra óptica. Si la pieza de prueba no sale por el extremo del tubo, con ello se sabe que existe un desperfecto que provoca un bloqueo. Sin embargo, ello no identifica el emplazamiento del bloqueo. El emplazamiento puede ser determinado mediante la instalación de una unidad de fibra óptica hasta que llegue al bloqueo. La posición del bloqueo puede entonces ser determinada por referencia al indicador de la longitud dispuesto sobre la cabeza de soplado.

40 El documento US 2003/056607 se refiere a un procedimiento de inspección de tuberías utilizando unos dispositivos microfluibles para medir los parámetros de interés dentro de una tubería, como por ejemplo el esfuerzo, la corrosión, la erosión de la pared o los bloqueos parciales.

45 El documento US 6 243 567 se refiere a un sistema de inspección de tuberías y de cartografiado de defectos que incluye un "pig" que incorpora una unidad de medición inercial y una unidad de inspección de tuberías para registrar el emplazamiento del "pig" y los episodios de detección de defectos.

50 El documento US 2002/128783 se refiere a un sistema para la detección de bloqueos de tubos que utiliza, o bien la detección fotoeléctrica con iluminación en un extremo, o bien un flujo de aire y la detección con una válvula de charnela y un sensor de proximidad o angular en el otro extremo.

El documento PAT. ABSTR. de JAP. & JP 61025005A se refiere a un procedimiento de medición de la longitud de un tubo mediante el cierre de un extremo del tubo con un tapón, la modificación de la presión dentro del tubo, la medición del volumen de aire, y la utilización de la presión y el volumen para determinar la longitud.

Constituye un objetivo de la invención proporcionar un procedimiento para determinar el emplazamiento de obstrucciones en la canalización o en la tubería de una instalación de fibra soplada, sin necesidad de intentar instalar la unidad de fibra óptica o el cable de fibra óptica.

Sumario de la invención

- 5 La invención proporciona un procedimiento de determinación de la posición de un bloqueo existente en un paso que tiene un primer extremo y un segundo extremo, comprendiendo dicho procedimiento el soplado de un dispositivo de estanqueidad dentro de dicho paso, dispositivo que forma una junta adyacente a dicho bloqueo, a continuación el soplado de un gas dentro de dicho paso desde dentro de dicho extremo, la realización de al menos una medición relativa a dicho gas soplado dentro de dicho paso desde dicho primer extremo y la determinación de una distancia D entre dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad utilizando dicha al menos una medición.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de que la invención pueda ser cabalmente comprendida, formas de realización de ella, las cuales se ofrecen solo a modo de ejemplo, se describirán a continuación con referencia a los dibujos, en los cuales:

- 15 La Figura 1 es una ilustración esquemática de un cable de fibra óptica y de un aparato de determinación de la longitud del cable de fibra óptica para determinar la longitud de un tubo alojado dentro del cable;
- la Figura 2 es una sección transversal esquemática de un cable de fibra óptica para su uso en la instalación de fibra sopladas;
- la Figura 3 es una sección transversal esquemática de una unidad de fibra óptica apropiada para su instalación en el cable de fibra óptica de la Figura 2;
- 20 la Figura 4 es una ilustración esquemática de una versión modificada del aparato mostrado en la Figura 1; y
- la Figura 5 es una sección transversal axial a través de un dispositivo de estanqueidad;
- la Figura 6 es una versión modificada de la Figura 1 que ilustra el uso del aparato de determinación de la longitud de una fibra óptica para determinar la posición de una obstrucción en un tubo del cable de fibra óptica;
- 25 la Figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de canalización de fibra óptica y de un aparato la longitud de un sistema de canalización de fibra óptica para determinar la longitud de un sistema de canalización e incluye una ampliación que muestra un bloqueo dentro del sistema de canalización; y
- la Figura 8 es una ilustración esquemática de una versión modificada del aparato de la Figura 7.

Descripción de las formas de realización

- 30 Con referencia a las Figuras 1 a 3, un cable de fibra óptica 10 se muestra conectado a un aparato 12 de determinación de la longitud de un cable de fibra óptica para determinar la longitud de un tubo o conducto 14 (Figura 2) que se extiende a lo largo de la extensión del cable de fibra óptica. El (los) tubo(s) 14 está / están vacíos antes de la instalación de una unidad de fibra óptica.

Tal y como se describe con mayor detenimiento más adelante, el aparato 12 de determinación de la longitud de la fibra óptica es adecuado para determinar el emplazamiento de un bloqueo u obstrucción dentro del tubo 14.

- 35 El cable de fibra óptica 10 puede ser de cualquier tipo apropiado que incluya al menos un tubo 14 que defina un paso 15 a lo largo del cual las unidades de fibra óptica pueden ser instaladas mediante soplado. Un ejemplo de una estructura de cable apropiada se muestra en la Figura 2. El cable 10 mostrado en la Figura 2 comprende siete tubos 14 englobados dentro de una vaina interna de MDPE 16 y una vaina externa de HDPE 17. Una barrera de agua de aluminio 18 puede estar dispuesta entre los tubos 14 y la vaina externa 16. Así mismo, puede disponerse un cordón de rasgado 19. Los tubos 14 pueden, por ejemplo, estar hechos de polietileno con una superficie interior radialmente cargada de carbono para incrementar la conductividad, de acuerdo con lo divulgado en el documento US 4 952 021. Otro ejemplo, sería un tubo de polietileno revestido con un material de silicio de fricción baja. Ejemplos de cables de fibra óptica comercialmente disponibles que pueden ser utilizados son los sistemas de fibra soplada MiniGlide™ y MicroGlide™ suministrados por Radius Plastics Limited y la gama MHT FibreFlow (nombre comercial) suministrada por Emtelle International Limited.

- 45 Hay muchos tipos de unidades de fibra óptica apropiados para su instalación mediante soplado. Estas unidades son conocidas por los expertos en la materia e incluyen unidades de fibra de rendimiento mejorado (EPFU) como por ejemplo las EPFUs SM2F, SM4F y SM8F de Sirocco® fabricadas y comercializadas por empresas derivadas del grupo Pirelli. Una sección transversal de la EPFU 20 de la gama SM2F de Sirocco® se muestra en la Figura 3. La EPFU 20 comprende una vaina de resina 22 cubierta con un modificador de superficie que comprende unas perlas de vidrio 24 que potencian la soplabilidad de la EPFU mediante la reducción del coeficiente de fricción de la EPFU. La vaina 22 aloja una pluralidad de fibras ópticas 26, en este caso dos, y un cordón de rasgado 28, elementos todos

embebidos en una matriz 29 de un material relativamente blando en comparación con la vaina 22. Las EPFUs de la gama Sirocco® presentan unos diámetros exteriores nominales que oscilan entre 1,2 y 1,4 mm, ofrecen unas distancias de soplado que oscilan entre 500 y 1000 m y típicamente incluyen de dos a ocho fibras ópticas.

5 El aparato 12 de determinación de la longitud del cable de fibra óptica comprende una carcasa 30 sobre la cual está montado un depósito de presión consistente en un cilindro de aire comprimido 32 con un volumen conocido V_1 para contener aire comprimido. El cilindro de aire comprimido 32 está conectado a un tubo de salida 34 que se extiende hasta un conector 36. El conector 36 puede ser de cualquier tipo apropiado para producir una conexión estanca con el extremo corriente arriba 38 de un tubo 14 del cable 10. Una válvula aislante 40 y un manómetro 42 están acoplados dentro del tubo de salida 34 entre el cilindro 32 y el conector 36.

10 Un tubo de entrada 44 está conectado al cilindro de aire comprimido 32. Una válvula de entrada 46 está dispuesta dentro del tubo de entrada 44, el cual, en su extremo corriente arriba, incorpora un conector 48 mediante el cual el tubo puede ser conectado con un medio 50 para suministrar el aire comprimido que llene el cilindro de aire comprimido 32. Es ese medio 50 podría, por ejemplo, ser un sistema de tuberías de aire comprimido de un edificio, un compresor portátil o un cilindro de gas de gran volumen, cualquier sistema adecuado para una función y un entorno de medición concretos. Las válvulas 40, 46 pueden ser cualquier tipo de válvula adecuada para controlar el flujo de un fluido gaseoso. De modo similar, los tubos 34, 44 pueden ser de cualquier tipo adecuado para transportar aire comprimido a las presiones operativas del sistema y el manómetro 42 puede ser de cualquier tipo apropiado para su uso de aire comprimido y capaz de detectar los cambios de presión deducidos dentro del alcance operativo del aparato.

20 En uso, el conector 36 está conectado al extremo corriente arriba, o primer extremo 38, de un tubo 14 del cable de fibra óptica 10, y el extremo corriente abajo, o segundo extremo 52 del cable de fibra óptica 10 está tapado con una tapa autorizada 54 de retención de la presión, como por ejemplo los tapones terminales NC711-02 y NC712-02 suministrados por John Guest Limited de West Drayton, Middlesex del Reino Unido. Estos tapones terminales son tapas terminales de plástico diseñadas para su uso en el mercado de las telecomunicaciones. Concretamente, las tapas terminales comprenden un cuerpo de plástico que incorpora una o más juntas tóricas para su acoplamiento en un tubo 14 con un concreto diámetro. El cuerpo de plástico presenta una porción terminal rotatoria y la rotación de esta porción terminal provoca que la junta tórica quede anclada firmemente sobre el tubo 14.

30 La válvula de entrada 46 se abre cuando la válvula aislante 40 se cierra y el cilindro de aire comprimido 32 se llena de aire comprimido a una presión predeterminada P_1 (por ejemplo 10 barías - $1000 \text{ Kn} / \text{m}^2$) una vez que se ha alcanzado la presión requerida, la válvula de entrada 44 se cierra y la válvula aislante 40 se abre, liberando así el aire comprimido al interior del tubo 14. Una vez que la presión P_2 del sistema corriente abajo de la válvula de entrada 46 se ha estabilizado, la presión P_2 se determina mediante el manómetro 42.

35 El aire del sistema puede ser considerado como un gas ideal y, dado que su temperatura antes y después de la liberación desde el cilindro de aire comprimido será, por razones prácticas, una constante, se aplica la ley de Boyle. Por consiguiente

$$PV = n$$

donde:

P = presión

V = volumen

40 N = una constante

A partir de esta relación puede determinarse que

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

donde:

P_1 = presión del cilindro

45 V_1 = volumen del cilindro

P_2 = presión entre la válvula de entrada 46 y la tapa de retención 54 después de la liberación de aire comprimido desde el cilindro 32

V_2 = volumen entre la válvula de entrada 46 y la tapa de retención 54

Dado que $\frac{P_1 V_1}{P_2} = V_2$ es posible determinar el volumen V_t , del tubo 14 restando el volumen conocido del

cilindro V_1 del volumen V_2 . Debe apreciarse que este cálculo no tiene en cuenta el volumen (i) del tubo de entrada 44 entre la válvula de entrada 46 y el cilindro de aire comprimido 32, (ii) el tubo 34 entre el cilindro de aire comprimido y el conector 36, (iii) la válvula aislante 40 o (iv) el manómetro 42. Sin embargo, en términos del volumen V_t del tubo 14, el cual podría, por ejemplo, ser de 500m a 1000m de largo o más, estos volúmenes son desdeñables y pueden descontarse. Evidentemente, sería posible determinar estos volúmenes desconocidos y añadirlos a V_1 si esto fuera lo deseado con el fin de llegar a un resultado más preciso pero, por razones prácticas, esto no se considera necesario.

Dado que el diámetro del paso 15, que es el diámetro interno d del tubo 14, puede ser fácilmente determinado por medición y que se ha determinado el volumen V_t del tubo 14, es posible determinar la longitud L_t del tubo, dado que

$$V_t = \frac{\pi d^2}{4} L_t$$

y, por consiguiente

$$\frac{4V_1}{\pi d^2} = L_t \quad \text{o} \quad \frac{4(V_2 - V_1)}{\pi d^2} = L_t$$

Debe apreciarse que, conociendo las presiones P_1 y P_2 , el volumen V_1 y el diámetro d del tubo 14, el instalador puede fácilmente realizar los cálculos necesarios para determinar la longitud L_t del tubo. Sin embargo, puede ser conveniente dotar al aparato 12 de un medio de computación de a bordo de forma que la longitud pueda ser computada y el resultado pueda ser visualizado por el instalador. Con este fin, puede incorporarse un aparato modificado 100, tal y como se muestra en la Figura 4.

En el aparato modificado 100, a los mismos componentes descritos en conexión con el aparato 12 se les otorga la misma referencia numeral, pero incrementada en 100 y no se describirán de nuevo de forma detallada.

El aparato 100 incluye un transductor de presión 160 el cual puede estar situado en cualquier posición adecuada en la que pueda detectar las presiones P_1 y P_2 . El transductor de presión 160 proporciona una señal indicativa de la señal detectada y comunica la señal a un módulo de computación 162 por medio de una interfaz de entrada / salida 164, la cual puede incluir un convertidor analógico - digital (a / d). La interfaz de entrada / salida 164 está conectada a una memoria de acceso aleatorio RAM 166 en la cual pueden ser almacenadas las señales procedentes del transductor de presión 160 mediante su acceso por un procesador (UPC) 168. El módulo de computación 162 comprende, así mismo, una memoria de solo lectura (ROM) 170 en la cual se almacenan parámetros conocidos como por ejemplo el volumen V_1 del cilindro de aire comprimido 18. La UPC 168 genera de salida unos datos digitales hacia la interfaz de entrada / salida 164, la cual está conectada a un medio de visualización, el cual puede ser, por ejemplo, una LCD 174. El módulo de computación está, así mismo, provisto de un dispositivo de entrada, como por ejemplo un teclado 176 por medio del cual el instalador puede introducir datos, como por ejemplo el diámetro del tubo 14. El teclado 176 está conectado a la RAM 166 por medio de la interfaz de entrada / salida 164 desde donde la UPC 168 puede acceder a los datos de entrada introducidos por el usuario.

El módulo de computación 162 puede ser energizado por una unidad de batería 178 y el teclado 176 puede incluir un conmutador de conexión - desconexión (no mostrado) de forma que el módulo de computación 162 pueda ser desconectado para mantener la potencia de la batería. Un convertidor apropiado (no mostrado) puede estar dispuesto entre la unidad de batería 178 y los componentes del módulo de computación 162 que requieren la energía eléctrica de manera que reciban la energía eléctrica en la forma requerida.

La ROM 170 almacenará el software apropiado para operar el módulo de computación 162, incluyendo un algoritmo para determinar la longitud L_t del tubo 14 a partir de los datos recibidos y almacenados por la RAM 166 y la ROM 170. El algoritmo típicamente incluiría unas etapas que provocarían en la LCD unos estímulos para que el instalador desarrollara cada etapa del proceso (esto es, llenar el cilindro 32, 132, abrir la válvula aislante 40, 140, introducir el diámetro d del tubo). Sistemas más avanzados pueden permitir que el instalador seleccione las unidades de medición que van a ser utilizadas.

Debe apreciarse que los componentes del módulo de computación 162 han sido descritos de manera resumida y que pueden ser incluidos otros componentes. Sin embargo, dichos componentes adicionales y la implementación de un algoritmo apropiado serán todos aspectos evidentes para los expertos en la materia y, por consiguiente, no se describirán de forma detallada.

Debe apreciarse que pueden incorporarse diversos componentes del módulo de computación 162 dentro o sobre la carcasa 130. Como alternativa, puede disponerse una unidad separada con un cable para establecer una conexión eléctrica con el transductor de presión 160. Como alternativa adicional, puede disponerse una unidad portátil que comprenda todos los elementos característicos del módulo de computación 162, excepto el transductor 160. En este

caso, el instalador simplemente tendría que introducir las presiones P_1 y P_2 leídas en el manómetro 42, 142 y el diámetro d del tubo 14 con el fin de obtener la longitud L_t del tubo representada en la LCD 174. De nuevo aquí, un algoritmo apropiado sería almacenado en la ROM 170 para controlar la unidad, proporcionar al instalador unos estímulos para la introducción de los datos necesarios y llevar a cabo los cálculos oportunos.

- 5 En las formas de realización, solo se muestra un cilindro de aire comprimido 32, 132. Sin embargo, dos o más cilindros pueden disponerse, según se desee. Dos o más cilindros se disponen con el fin de proporcionar un volumen suficiente para probar cables de fibra óptica más largos. Ello evita tener que trabajar a presiones de gas elevadas con el fin de proporcionar el gas suficiente dentro de un volumen más pequeño. Mediante la provisión de unas conexiones adecuadas y de un valvulaje entre múltiples cilindros, se proporciona un depósito de presión de
10 volumen variable para probar cables de longitudes diferentes. De esta manera, en un modo, el volumen V_1 se dispondría mediante un cilindro para medir cables relativamente cortos, mientras que, en un segundo modo, el volumen V_1 se obtendría mediante dos o más cilindros para medir la longitud de cables relativamente largos.

15 Debe apreciarse que los aparatos 12, 100 proporcionan un medio para determinar fácil y rápidamente la longitud de un tubo 14 antes de la instalación de un cable de fibra óptica. De esta manera, el instalador puede asegurar que la longitud de la unidad de cable óptico disponible es suficiente con el fin de establecer los parámetros del proceso de soplado para asegurar una instalación fiable de la unidad de fibra óptica. Una característica distintiva adicional del aparato es que mediante la observación del manómetro 42, 142, después de que se ha liberado el aire comprimido del cilindro 32, 132, puede ser determinada la integridad de la ruta de instalación. Si la presión P_2 no se estabiliza, si
20 no que continúa cayendo, esto indica una fuga de aire. Ello podría ser el resultado de una conexión defectuosa o de un defecto del tubo 14. Si hay un defecto en el tubo, es probable que ello limite drásticamente la distancia hasta la cual puede ser soplada la unidad de fibra óptica, y el instalador puede, por consiguiente, elegir otro tubo 14 si hay espacio disponible, o puede tener que considerar la alternativa de efectuar rupturas en el cable a lo largo de la ruta de instalación para instalar secciones de la unidad de fibra óptica para empalmarlas entre sí.

25 El volumen V_1 del cilindro 32, 132 y la presión P_1 pueden ser seleccionados de acuerdo con lo exigido por las aplicaciones para las cuales se utilice el aparato. Debe apreciarse que la cifra de 10 barías mencionada anteriormente se aporta solo a modo de ejemplo y todo lo exigido consiste en asegurar la masa suficiente de gas en los cilindros para producir un cambio mensurable en la presión de P_1 a P_2 teniendo en cuenta la resolución del manómetro 42, 142 y del transductor de presión 162 y la precisión deseada de la medición. Tal y como se indicó con anterioridad, los volúmenes respectivos de los tubos, las válvulas y el manómetro no se tienen en cuenta en la
30 determinación de la longitud L_t del tubo. Por razones prácticas el efecto de estos volúmenes sobre el resultado, es irrelevante. Se ha encontrado en las pruebas sobre un aparato prototipo 12 que la longitud L_t puede ser calculada con una precisión de 95%. Una precisión del 95% se considera que proporciona un valor suficientemente representativo de la longitud real del paso del tubo a efectos prácticos.

35 El aparato 12, 100 de determinación de la longitud del cable de fibra óptica puede ser utilizado para determinar el emplazamiento de los bloqueos existentes en los tubos 14 del cable de fibra óptica 10. Este aspecto se describirá a continuación con particular referencia a las Figuras 5 y 6. La Figura 6 se corresponde esencialmente con la Figura 1, excepto porque muestra características distintivas relacionadas con un bloqueo 192 existente dentro de un tubo 14.

40 Ya sea antes de determinar la longitud del cable de fibra óptica 10, o bien después, un tubo 14 puede ser probado para ver si hay cualquier bloqueo u obstrucción que impida la instalación satisfactoria de una unidad de fibra óptica. En primer lugar, una pieza de prueba (no mostrada) es soplada a lo largo del tubo 14 que va a ser comprobado mediante una cabeza de soplado conocida, como por ejemplo una cabeza de soplado Sirocco® de Pirelli. La pieza de prueba tiene una longitud preferentemente corta, por ejemplo, de 150 mm de la unidad de fibra óptica 12 que va a ser instalada en el tubo 14. De modo preferente, un bordón redondeado es plisado sobre el borde delantero de la
45 pieza de prueba. Para unidades de fibra óptica que tengan un diámetro externo que oscile entre 1,0 y 1,3 mm el bordón podría tener un diámetro de alrededor de 2,4 mm. La finalidad del bordón es reducir la probabilidad de que la pieza de prueba se enganche en la pared del paso 15.

50 De modo preferente, el tapón terminal 190 (Figura 6) está acoplado dentro del extremo corriente abajo 52 del tubo 14 que debe ser probado antes de soplar la pieza de prueba a lo largo del tubo. El tapón terminal 190 es diferente de la tapa 54 de retención de la presión mostrada en la Figura 1 en cuanto es permeable al gas. La finalidad del tapón terminal 190 es capturar la pieza de prueba. El tapón terminal puede ser un tapón terminal de material cerámico como el suministrado por Factair Ltd. de Ipswich del Reino Unido.

55 La pieza de prueba es soplada dentro del tubo 14 utilizando el gas comprimido suministrado ya sea por la cabeza de soplado o bien por el aparato de determinación de la longitud. Una presión de soplado preferente oscila alrededor de 10 barías. Si no existe ningún bloqueo u obstrucción en el tubo 14, la pieza de prueba llegará al tapón terminal 190. El instalador conoce entonces si el tubo está limpio para su instalación. Si lo está, la instalación puede continuar.

Si se impide que la pieza de prueba alcance el tapón terminal 190 por existir algún tipo de obstrucción 192, el aparato 12, 100 se utiliza entonces para determinar la posición de la obstrucción existente en el tubo. En primer lugar, un dispositivo de estanqueidad 200, como el dispositivo mostrado en la Figura 5, es insertado dentro del extremo corriente arriba 38 del tubo 14. La cabeza de soplado es a continuación conectada al extremo corriente

arriba 38 del tubo para soplar el dispositivo de estanqueidad 200 a lo largo del tubo hasta que llegue a la obstrucción 192. Típicamente, se utiliza una obstrucción de alrededor de 10 barías para soplar el dispositivo de estanqueidad 200 a lo largo del tubo. De modo preferente, la presión de soplado se mantiene de modo aproximado durante 10 minutos. El dispositivo de estanqueidad 200 quedará atrapado detrás de la obstrucción 192 y de la pieza de prueba (no mostrada), y debe cerrar herméticamente el paso 15 en el emplazamiento de la obstrucción. La finalidad de mantener la presión durante 10 minutos consiste en asegurar que el dispositivo de estanqueidad 200 está en el lugar justo por detrás de la obstrucción 192.

Una forma actualmente preferente del dispositivo de estanqueidad 200 se muestra en la Figura 5. El dispositivo de estanqueidad 200 comprende un miembro cilíndrico hueco 202 que presenta una pared anular que define un rebajo 204 que se extiende axialmente en círculo. El rebajo 204 está cerrado por un extremo por una pared terminal curvada 206 con una cresta 208 central en sentido axial. El miembro cilíndrico 202 es, de modo preferente, un miembro de molde de plástico integral. Una forma actualmente preferente se fabrica con plastisol de PVC estabilizado con UV y ofrece las siguientes propiedades:

Gravedad específica	1,15 - 1,20 a 20° C
Dureza	70 - 75 Shore A
Resistencia a la tracción	15 MN/m ²
Coefficiente de Fricción	1,2 - 1,5 (estático) 1,3 - 1,8 (deslizante)

Para un tubo 14 con un diámetro interno de 3,5 mm, las dimensiones preferentes del miembro cilíndrico 202 son: una longitud de 5 a 8 mm y un diámetro externo de 3,5 a 3,6 mm.

Debe entenderse que pueden ser utilizadas otras muchas formas del dispositivo de estanqueidad y que las dimensiones y propiedades del dispositivo de estanqueidad pueden ser seleccionadas de acuerdo con lo deseado para una finalidad determinada.

Con el dispositivo de estanqueidad 200 en posición, el suministro de gas es apagado y el paso 15 por detrás del dispositivo de estanqueidad es expuesto a la atmósfera. En la actualidad, es preferente que la exposición tenga lugar durante aproximadamente 15 minutos.

A continuación, el aparato 12, 100 de determinación de la longitud de la fibra óptica es conectado al extremo corriente arriba 38 del tubo 14 de la misma forma que si el aparato estuviera siendo utilizado para determinar la longitud del cable 10. Sin embargo, no es necesario ajustar la tapa terminal 54. Ello se debe a que el dispositivo de estanqueidad 200 ocupa el lugar de la tapa terminal. El aparato 12, 100 es a continuación accionado de la misma forma que si estuviera siendo utilizado para determinar la longitud del cable 10. Debe entenderse que el método para determinar la distancia D desde el extremo 38 del cable hasta el dispositivo de estanqueidad 200 es exactamente el mismo que para la determinación de la longitud del cable, excepto porque en este caso, la longitud determinada no es la longitud L_t del cable, sino la distancia D desde el extremo corriente arriba 38 hasta el dispositivo de estanqueidad 200.

De esta manera, se aplica la relación

$$\frac{4V_1}{\pi d^2} = D \quad \text{o} \quad \frac{4(V_2 - V_1)}{\pi d^2} = D$$

De la misma forma que al determinar la longitud L_t de un tubo 14, no es trascendente el hecho de que se tengan en cuenta los respectivos volúmenes de las tuberías, de las válvulas y del manómetro, dichos volúmenes no es probable que sean trascendentes para determinar la distancia D hasta el bloqueo 192.

La Figura 7 ilustra un aparato 312 para determinar la longitud de un sistema de canalización 310. El sistema de canalización 310 está diseñado para la instalación soplada de cables de fibra óptica. La canalización para la instalación soplada de cables de fibra óptica puede alcanzar hasta 5 km de largo y unos diámetros internos típicos para cada canalización alcanzan los 20, 25, 33 y 40 mm. Los cables de fibra óptica que son soplados a lo largo de los conductos tendrán típicamente un diámetro de 13 a 25 mm. Aunque el aparato 12, 100 de determinación de la longitud del cable de fibra óptica puede ser utilizado para determinar la longitud de dicha canalización, su uso está limitado por la necesidad de obtener un volumen V_t suficiente para crear un cambio de presión significativa dentro del conducto cuya longitud va a ser medida. El aparato 312 para determinar la longitud de un sistema de canalización, aunque no está limitado a dicho uso y es capaz de ser utilizado para determinar la longitud de un tubo 14 de un cable de fibra óptica, está diseñado para poder medir la longitud de una canalización con unos volúmenes mayores que los de los típicos tubos 14 de cables de fibra óptica.

Con referencia a la Figura 7, en ella se muestra un sistema de canalización de fibra óptica 310 conectado a un aparato 312 de determinación de la longitud del sistema de canalización de fibra óptica. El sistema de canalización 310 está vacío antes de la instalación de un cable de fibra óptica. El sistema de canalización 310 define un paso 313 a lo largo del cual los cables de fibra óptica pueden ser instalados mediante soplado.

5 El aparato 312 de determinación de la longitud del sistema de canalización de fibra óptica comprende una carcasa o soporte 314 destinada a un dispositivo de suministro de gas a presión 316. El dispositivo 316 incluye un compresor provisto de unos manómetros de presión y flujo. El dispositivo 316 está configurado para recibir aire a presión atmosférica y suministrar el aire presurizado con un caudal y una presión determinadas. Un dispositivo apropiado comercialmente disponible se fabrica, por ejemplo, por Factair Ltd de Ipswich, en el Reino Unido.

10 Sobre el lado de salida, el dispositivo 316 está conectado al lado de entrada de una válvula de flujo 320. Sobre el lado de salida, la válvula de flujo 320 está conectada a un manómetro 322 y, más adelante corriente abajo, a un extremo corriente arriba 324 del sistema de canalización 310.

El sistema de canalización 310 comprende una pluralidad de longitudes de canalización 326 que están interconectadas por unos conectores herméticos 328. En el dibujo, se muestran dos longitudes de canalización 326 mediante un solo conector hermético 328. Sin embargo, debe entenderse que el sistema de canalización 310 puede comprender tres o más extensiones de canalización interconectadas mediante una pluralidad de conectores herméticos, o una sola longitud de canalización. Un conector hermético apropiado 328 está acoplado al extremo 324 del sistema de canalización para permitir la conexión con el aparato 312 de determinación de la longitud a través de un tubo 330. De modo preferente, la disposición es tal que el tubo 330 puede ser conectado a un conector hermético 328 del tipo utilizado para conectar las longitudes de la canalización. Sin embargo, debe entenderse que podría disponerse una disposición de conector especialmente diseñada o de cualquier modo diferente para conectar el tubo 330 al extremo 324 del sistema de canalización 310.

El sistema de canalización puede comprender la canalización 326 y los conectores 328 tal y como son suministrados por Radius Plastics Ltd de Newry, Irlanda del Norte, o Emtelle UK Limited de Hawick, Escocia. Conectores apropiados se proporcionan, así mismo, por Plasson Ltd de Israel.

El sistema de canalización 310 está instalado sin el cableado de fibra óptica y puede ser instalado y colocado de cualquier forma convencional y práctica. El cableado de fibra óptica es instalado más tarde mediante el soplado del cable de fibra óptica a lo largo de la canalización. Antes de la instalación del cableado de fibra óptica, el instalador puede determinar la longitud del sistema de canalización 310 utilizando el aparato 312 de determinación de la longitud.

Para determinar la longitud del sistema de canalización 310, el aparato 312 de determinación de la longitud es acoplado al sistema de canalización por medio del tubo 330 y del conector hermético 328. EL otro extremo 332 del sistema de canalización 310 está tapado utilizando una tapa 334 de retención de la presión.

Con el sistema de canalización 310 conectado al aparato 312 de determinación de la longitud y al extremo 332 tapado, el compresor del dispositivo de suministro de gas 316 es puesto en marcha. Una vez que el compresor se ha instalado en un estado operativo requerido, la válvula de flujo 320 se abre para permitir que el aire comprimido procedente del compresor fluya hasta el interior del sistema de canalización 310. El aire fluye por el interior del sistema de canalización 310 a una presión constante P_1 y a un caudal V_f determinado por el dispositivo de flujo 316. La válvula de flujo 320 es una simple válvula de conexión / desconexión. No tiene ninguna función de regulación de ningún tipo de presión / flujo y es lo suficientemente amplia que permitir el flujo de aire desde el dispositivo 316.

Cuando la válvula de aire 320 se abre, el operador inicia la medición del tiempo del llenado del sistema de canalización 310 mientras observa el manómetro 322. Cuando el manómetro 322 indica que se ha llegado a una presión predeterminada P_2 , la válvula de flujo 320 se cierra y el proceso de medición del tiempo se detiene. Con la válvula de flujo 320 cerrada, el manómetro 322 puede ser supervisado para determinar si el sistema de canalización 310 es hermético; una caída de la presión registrada por el manómetro 322 indicaría una fuga en el sistema de canalización.

El operador utiliza el tipo el llenado t_f para determinar la longitud del sistema de canalización 310. Conociendo el caudal V_f del aire comprimido suministrado por el dispositivo 316 en el momento t_f tomado para llegar a la presión predeterminada P_2 en el cual se detiene el proceso de medición del tiempo, el operador es capaz de determinar el volumen V_1 del aire que ha sido bombeado al interior del sistema de canalización 310 ($V_1 = t_f \cdot V_f$). El diámetro d_d de la canalización 326 es conocido, o puede ser medido y, conociendo este diámetro y el volumen V_1 , es posible determinar la longitud L_d del sistema de canalización.

A los fines de la determinación de la longitud L_d del sistema de canalización, el aire del sistema puede ser considerado que se comporta como un gas ideal y, dado que su temperatura será constante con fines prácticos, se aplica la ley de Boyle. Por consiguiente

$$PV = n$$

donde:

P = presión

V = volumen

n = una constante

5 A partir de esta relación puede determinarse que

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

donde:

P₁ = presión a la cual el aire es suministrado desde el dispositivo de suministro de gas 316

V₁ = el volumen del aire bombeado al interior del sistema de canalización

10 P₂ = la presión predeterminada a la cual la válvula de flujo 320 se cierra

V₂ = el volumen entre la válvula de flujo 320 y la tapa de retención 334

y

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2}$$

15 El volumen V₂ se aproximará al volumen V_d del sistema de canalización 310. Debe apreciarse que ello no tiene en cuenta el volumen de la tubería entre la válvula de flujo 320 y el conector 328 y, por tanto, V_d = V₂. Sin embargo, en términos del volumen V_d del sistema de canalización 310 que podría ser, por ejemplo, de 5 km de largo, este volumen es desdeñable y puede ser descartado. Evidentemente, sería posible determinar este volumen desconocido de forma que pudiera ser tomado en cuenta con el fin de llegar a un resultado más preciso pero, por razones prácticas, esto no se considera necesario generalmente.

20 Dado que el diámetro interno d del sistema de canalización puede ser fácilmente determinado por medición y que el volumen V_d del sistema de canalización ha sido determinado, es posible determinar la longitud L_d del sistema de canalización, dado que

$$V_d = \frac{\pi d^2}{4} L_d$$

25

y por consiguiente

$$\frac{4}{\pi d^2} V_d = L_d$$

30 Debe apreciarse que, conociendo las presiones P₁ y P₂, el volumen V₁ y el diámetro d del sistema de canalización 310, el instalador puede fácilmente llevar a cabo los cálculos necesarios para determinar la longitud L_d del sistema de canalización. Como alternativa a la necesidad de que el instalador tenga que calcular la longitud L_d, podrían aportarse unos gráficos para diferentes diámetros de canalización con el tiempo trazado gráficamente con respecto a la longitud de una presión específica P₂ de un caudal V_f para que el instalador simplemente leyera la longitud a partir del gráfico con referencia al tiempo. Como otra alternativa adicional, podrían disponerse unas tablas de consulta que permitieran al instalador determinar la longitud del sistema de canalización a partir del tiempo t_f, del caudal V_f, de la presión P₂ y del diámetro d del sistema de canalización.

35 En un aparato preferente 412 para determinar la longitud de un sistema de canalización, que se va a describir a continuación con referencia a la Figura 8, el proceso de medición del tiempo y de la determinación de la longitud del sistema de canalización, se lleva a cabo de forma automática por el aparato de determinación de la longitud, el cual está provisto de un medio de conmutación de a bordo.

40 Al describir el aparato preferente 412 mostrado en la Figura 8, a los componentes descritos en conexión con el aparato 312 se les otorgan las mismas referencias numerales incrementadas en 100 y no se describirán de nuevo de forma detallada.

El aparato 412 incluye un transductor de presión 460, el cual puede ser situado en cualquier posición apropiada en la que pueda detectar la presión del gas dentro del sistema de canalización 410. Este puede ser cualquier lugar corriente abajo del dispositivo de suministro 416. De modo preferente, el transductor de presión está montado dentro de la carcasa 414, corriente abajo de la válvula de flujo 420. Tal y como se analiza con mayor detalle más adelante, si el transductor de presión detecta la presión del sistema de canalización a partir de un emplazamiento corriente abajo de la válvula de flujo 420, puede ser utilizado para determinar la longitud del sistema de canalización y supervisar la presión existente en el sistema de canalización para determinar fugas de gas.

En el aparato 412, un conector 461 montado sobre la carcasa 414 conecta con el extremo corriente arriba 424 del sistema de canalización 410 por medio de una longitud corta de canalización 426.

El transductor de presión 460 se muestra situado corriente abajo del manómetro 422. Debe entenderse que, en esta forma de realización, el manómetro 422 podría omitirse. Sin embargo, puede ser útil que un operador pueda ser capaz de visualizar la presión y, por tanto, pueda mantenerse el manómetro. Como alternativa, una pantalla (no mostrada), podría incorporarse para mostrar la presión detectada por el transductor de presión 460.

El transductor de presión 460 proporciona una señal indicativa de la presión detectada y comunica la señal a un módulo de computación 462 por medio de una interfaz de entrada / salida 464, la cual puede incluir un convertidor analógico - digital (a / d). La interfaz de entrada / salida 464 está conectada a una memoria de acceso aleatorio (RAM) 466 en la cual pueden ser almacenadas las señales procedentes del transductor de presión 460 para que pueda acceder a ellas un procesador (UPC) 468. El módulo de computación incorpora, así mismo, una memoria de solo lectura (ROM) 470 en la cual son almacenados el programa y los datos operativos. La UPC 468 genera de salida unos datos digitales sobre la interfaz de entrada / salida 464, la cual está conectada a un medio de visualización 474, el cual podría, por ejemplo, ser una LCD. El módulo de computación está, así mismo, provisto de un dispositivo de entrada, como por ejemplo un teclado 476, por medio del cual un operador puede introducir datos tales como el diámetro de la canalización 426. El teclado 476 está conectado a la RAM 466 por medio de la interfaz de entrada / salida 464. A los datos introducidos por el operador y mantenidos en la RAM 466 puede acceder la UPC.

El módulo de computación 462 puede ser energizado por una unidad de batería 478, la cual puede ser recargable. Una unidad de conversión apropiada puede estar dispuesta entre la unidad de batería 478 y los componentes del módulo de computación que requieran energía eléctrica, de manera que cada uno reciba energía eléctrica en la forma requerida. Como alternativa, el módulo de computación 462 puede diseñarse para ser energizado por un suministro eléctrico de red de ca, como por ejemplo el suministro de ca de 240 V disponible en el Reino Unido.

La ROM 470 almacenará el software apropiado para accionar el módulo de computación 462, incluyendo un algoritmo para determinar la longitud L_d del sistema de canalización 410 a partir de los datos recibidos y almacenados por la RAM 466 y los datos contenidos en la ROM 470. Unos medios más avanzados pueden permitir al instalador seleccionar las unidades de medición que van a ser utilizadas.

A los fines de la medición del tiempo del suministro de aire hacia el sistema de canalización 410, el módulo de computación 462 puede estar provisto de un temporizador, no mostrado. Como alternativa, puede utilizarse el reloj interno de la UPC. El proceso de medición del tiempo puede iniciarse mediante la provisión de una clave apropiada, o de un conmutador, de manera que el operador pueda iniciar la medición del tiempo cuando la válvula de flujo 420 se abra. Como alternativa, el proceso de medición del tiempo podría iniciarse de forma automática, por ejemplo, mediante una señal procedente de la válvula de flujo 420 que indicara que ha sido abierta. La válvula de flujo 420 podría estar provista de un microconmutador o elemento similar para proporcionar una indicación de que la válvula ha sido abierta.

Aunque el proceso de medición del tiempo esté en marcha, unos impulsos procedentes del temporizador son recogidos en un registro para permitir que el tiempo sea determinado. Como en la puesta en marcha del proceso de medición del tiempo, la terminación puede ser manual. Como alternativa, la terminación del proceso de medición del tiempo podría ser ordenada por la UPC cuando la señal de la presión procedente del transductor de la presión 460 indicara que la presión predeterminada se ha alcanzado.

La ROM puede contener datos, en forma de tablas de consulta, que permitan que sea determinada la longitud del sistema de canalización a partir de la medición del tiempo. Los datos podrían reflejar las representaciones gráficas descritas con anterioridad. Como alternativa, el caudal permitido por el dispositivo de flujo 416 y por la presión predeterminada a la cual se ajuste el sistema de canalización serían también almacenados en la ROM. En este caso, la UPC operaría sobre la base de un algoritmo apropiado para determinar la longitud del sistema de canalización L_d por referencia a los datos almacenados y a la medición del tiempo utilizando las relaciones

$$V_1 = t_f \cdot V_f \quad V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = V_d \quad \text{y} \quad \frac{4V_4}{\pi d^2} = L_d$$

La UPC 468 generaría de salida la longitud determinada L_d hacia la LCD 474 para su visualización por operador.

5 El módulo de computación 462 puede ser diseñado para verificar la presión existente en el sistema de canalización 410 para determinar si hay fugas de gas. Habrá una indicación de fuga si la presión cae por debajo del nivel P_2 . Si la fuga es detectada, esto puede ser notificado al instalador de manera visual, a través de la pantalla 474 o mediante una fuente luminosa, por ejemplo un LED, y / o de forma audible.

10 Debe apreciarse que los componentes y el conjunto de circuitos del módulo de computación 462 han sido descritos de manera resumida y que pueden incluirse otros componentes. Sin embargo dichos componentes adicionales y la implementación de un algoritmo apropiado resultarán sin dificultad evidentes a los expertos en la materia y, por consiguiente, no se describirán de forma detallada.

15 Debe ser destacado que hay que adoptar precauciones para seleccionar la presión P_2 que es la presión determinada a la cual se llena el sistema de canalización. Es importante que el caudal del gas y que la presión de suministro P_1 sean sustancialmente constantes. Cuando el gas es introducido en el sistema de canalización, el caudal fijado por el dispositivo de flujo 416 será constante hasta que la presión dentro del sistema de canalización alcance un determinado nivel. Una vez que se alcance el nivel, el flujo de aire comenzará a disminuir y, de esta manera, la presión predeterminada P_2 debe situarse por debajo de ese nivel.

20 Para una determinación de la longitud más precisa, puede ser conveniente tener en cuenta el coeficiente de fricción de la pared interna del paso hasta dentro del que la unidad de fibra óptica o cable va a ser instalada. Esto se debe a que las propiedades friccionales de la pared pueden afectar al flujo de gas en el interior del paso y, por consiguiente, al tiempo invertido para llenar el paso a la presión predeterminada P_2 .

25 Se contempla que un aparato para determinar una longitud al menos representativa de la longitud de un paso o canalización dentro del cual una unidad de fibra óptica o cable vaya a ser instalada mediante soplado puede comprender una unidad que comprenda un dispositivo de flujo y de presión constantes que reciba un suministro de gas presurizado y proporcione una salida a una presión y a un caudal sustancialmente constantes. La unidad comprendería, de modo preferente, un módulo de computación que puede determinar la longitud L_d de dicho paso o canalización en base a las señales indicativas del periodo de tiempo t_r en el cual el gas sea suministrado desde el dispositivo de flujo hasta dicho paso o canalización. De modo preferente, el dispositivo de flujo incluiría una parte que definiera un orificio, o abertura, de diámetro determinado, para asegurar un caudal constante. La unidad podría, así mismo, comprender unos manómetros y / o unas válvulas de conexión / desconexión de acuerdo con lo descrito con relación a las Figuras 7 y 8. Se prevé que la unidad estaría provista de un dispositivo de entrada apropiada que permitiera la conexión con un suministro de gas presurizado, como por ejemplo un compresor.

35 Con referencia en concreto a la porción de tamaño aumentado de la Figura 7, de la misma forma que el aparato 12 100 para la determinación de la longitud de un cable de fibra óptica, el aparato 312, 412 de determinación de la longitud del sistema de canalización de fibra óptica puede ser utilizado para determinar la posición de un bloqueo 392 existente en la canalización. De acuerdo con lo descrito con anterioridad, la primera etapa consiste en soplar una pieza de prueba a través de la canalización para describir si hay un bloqueo. Si la pieza de prueba sale por el extremo de la canalización, puede suponerse que no hay bloqueos en el tubo y la instalación del cable o de la unidad de fibra óptica puede proseguir. Si la pieza de prueba no emerge, se determina la presencia de un bloqueo y el aparato 312, 412 de determinación de la longitud del sistema de canalización de fibra óptica es utilizado para determinar la posición de bloqueo. De la misma forma que la anteriormente descrita, un dispositivo de estanqueidad 200 es soplado a lo largo de la canalización para formar una junta estanca por detrás del bloqueo. Se espera que, en este caso, la duración del suministro de gas y de los procedimientos de exposición a la atmósfera llevarían más tiempo en virtud de los volúmenes implicados.

45 Una vez que el dispositivo de estanqueidad 200 está en posición por detrás del bloqueo 392 y de que el paso 313 entre el dispositivo de estanqueidad y el extremo 324 del conducto han sido adecuadamente expuestos a la atmósfera, el aparato 312, 412, se conecta al extremo 324 y se lleva a cabo de la misma manera la rutina descrita con anterioridad para determinar la longitud del sistema de canalización. La relación

$$V_d = \frac{\pi d^2}{4} L_d$$

se aplica con

V_d = el volumen del paso 313 entre la válvula de flujo y el dispositivo de estanqueidad 200, y

50 $L_d = D$ = la distancia entre el extremo 324 y el dispositivo de estanqueidad 200.

En cada uno de los procedimientos descritos para determinar la posición de un bloqueo, una pieza de prueba se sopla en primer término por el tubo / conducto para determinar la presencia de un bloqueo. Esto es conveniente,

5 aunque no esencial. En lugar de ello, el dispositivo de estanqueidad puede desempeñar la doble función de pieza de prueba y de junta de estanqueidad. Debe entenderse que si el dispositivo de estanqueidad es soplado a lo largo del tubo / conducto y sale por el extremo, ello indica que no hay ningún bloqueo. Sin embargo, la forma en la actualidad preferente del dispositivo de estanqueidad es relativamente blanda y puede deformarse hasta un extremo considerable y podría apretarse más allá de un bloqueo. La presencia de una pieza de prueba justo detrás del bloqueo 192, 392 impedirá que el dispositivo de estanqueidad 200 se comprima más allá del bloqueo. Sin embargo, debe entenderse que pueden obtenerse otras formas de dispositivos de estanqueidad que pueden desempeñar la doble función de pieza de prueba y junta de estanqueidad.

10 Debe apreciarse que el aparato 12, 100, 312, 412 proporciona la posibilidad de determinar la longitud de un tubo o canalización dentro de la cual la unidad de fibra óptica o el cable de fibra óptica va a ser instalada mediante soplado. Así mismo, mediante un procedimiento relacionado, cuando existe la presencia de un bloqueo, el emplazamiento del bloqueo puede ser determinado efectuando un procedimiento idéntico; la diferencia es que en lugar de determinar la longitud entre los dos extremos del tubo o conducto, la longitud que se determina es la longitud entre un extremo del tubo o conducto y el bloqueo. De esta manera, existe la ventaja de utilizar los mismos aparatos y procedimientos para obtener la solución a los dos problemas relacionados. Esto redundaría en la eficiencia en términos de uso del aparato y del adiestramiento del operador.

Aunque en principio, cualquier gas apropiado podría ser utilizado para la puesta en práctica de los procedimientos descritos con anterioridad, el gas preferente es aire comprimido.

20 Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a la instalación dentro de una canalización o tubería, debe entenderse que el procedimiento de la presente invención puede ser utilizado en conexión con cualquier tipo de paso apropiado para la instalación soplada de un cable de fibra óptica o de una unidad de fibra óptica, como por ejemplo un paso definido interiormente mediante un cable hueco.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento de determinación de la posición de un bloqueo (192, 392) existente en un paso (15, 313) que presenta un primer extremo y un segundo extremo, comprendiendo dicho procedimiento el soplado de un dispositivo de estanqueidad (200) dentro de dicho paso, dispositivo que forma una junta estanca adyacente a dicho bloqueo (192, 392), a continuación el soplado de un gas dentro de dicho paso desde dicho primer extremo, la práctica de al menos una medición de dicho gas soplado dentro de dicho paso desde dicho primer extremo y la determinación de una distancia D entre dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad utilizando al menos una medición.
- 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de estanqueidad (200) comprende un elemento de estanqueidad de plástico.
- 3.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende así mismo la exposición de dicho paso a la atmósfera en dicho primer extremo después del soplado de dicho dispositivo de estanqueidad dentro de dicho paso, de tal manera que entre el dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad, la presión dentro de dicho paso sea la presión atmosférica.
- 4.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que dicho paso es para la instalación de un cable de fibra óptica o una unidad de fibra óptica y que comprende así mismo el soplado de una pieza de prueba de dicho cable de fibra óptica o unidad de fibra óptica dentro de dicho paso para determinar la presencia de un bloqueo antes de dicha etapa de soplado de un dispositivo de estanqueidad dentro de dicho paso.
- 5.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicha pieza de prueba presenta un morro redondeado acoplado a su extremo delantero.
- 6.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, que comprende así mismo el ajuste de un tapón terminal permeable a los gases sobre uno de dichos primero y segundo extremos del paso opuesto a uno de dichos primero y segundo extremos, en el que dicha pieza de prueba va a ser soplada dentro del paso.
- 7.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende así mismo un primer volumen V_1 que contiene una primera presión P_1 , en el que dicha etapa de dicho soplado de un gas dentro de dicho paso desde dicho primer extremo comprende la liberación de dicho gas dentro de un segundo volumen V_2 que comprende dicho paso entre dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad, dicha etapa de práctica de al menos una medición comprende la medición de una segunda presión de gas P_2 que es la presión existente en dicho segundo volumen V_2 después de la liberación de dicho gas desde dicho primer volumen V_1 , dicho segundo volumen V_2 se determina por referencia a dicha primera presión P_1 , la segunda presión P_2 y dicho primer volumen V_1 , y dicha distancia D se determina por referencia a dicho segundo volumen V_2 .
- 8.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho segundo volumen comprende dicho segundo paso entre dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad y dicho primer volumen V_1 .
- 9.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho segundo volumen se determina a partir de relación

$$\frac{P_1 V_1}{P_2} = V_2$$

- 10.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 7, 8 o 9, en el que dicha distancia D se determina a partir de la relación

$$D = \frac{4 (V_2 - V_1)}{\pi d^2}$$

donde d es un diámetro de dicho paso.

- 11.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que dicho primer volumen V_1 comprende un volumen V_p definido por un depósito de presión.
- 12.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho primer volumen V_1 es igual a dicho volumen V_p de dicho depósito de presión.
- 13.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en el que dicho segundo volumen V_2 y / o dicha distancia D está / están determinada(s) por un módulo de computación.
- 14.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha etapa de soplado de un gas dentro de dicho paso desde dicho primer extremo comprende la liberación de un flujo de gas presurizado dentro de dicho paso a una presión sustancialmente constante P_1 y con un caudal sustancialmente

constante V_f , dicha etapa de la práctica de al menos una medición comprende la determinación del tiempo t_f invertido para suministrar una presión de gas predeterminada P_2 dentro de dicho paso y dicha distancia D se determina por referencia a dicho tiempo t_f .

5 15.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende así mismo la determinación de un volumen V_d que al menos se aproxime a un volumen definido por dicho paso entre dicho primer extremo y dicho dispositivo de estanqueidad por referencia a dicho caudal V_f y dicho tiempo t_f .

16.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende así mismo la determinación de un volumen V_1 de dicho gas liberado dentro de dicho paso desde dicho primer extremo mediante la multiplicación de dicho caudal V_f por dicho periodo t_f y la determinación de dicho volumen V_d a partir de la relación

$$\frac{P_1 V_1}{P_2} = V_d$$

10 17.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicha distancia (D) se determina a partir de la relación

$$D = \frac{4 (V_d)}{\pi d^2}$$

donde d es un diámetro de dicho paso.

18.- Un procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 15, 16 o 17, en el que dicho volumen V_d se determina mediante un módulo de computación.

15 19.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende la determinación de dicha distancia D por referencia a dicho periodo de tiempo t_f por referencia a un trazado de la longitud respecto del tiempo para un diámetro de paso especificado y dicha presión predeterminada P_2 .

20.- Un procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, en el que dicha distancia D se determina mediante un módulo de computación.

20 21.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

la conexión de un depósito de presión (32, 132) que presenta un volumen conocido V_1 con el primer extremo (38) del paso;

la liberación de un gas a una presión conocida P_1 desde dicho depósito de presión (32, 132) dentro de dicho paso;

25 la determinación de una presión P_2 del gas que es una porción de dicho paso (15) entre dicho primer extremo y dicha junta de estanqueidad después de dicha liberación de gas;

la liberación del volumen V_2 de dicha porción de dicho paso por referencia a dicho volumen conocido V_1 , dicha presión conocida P_1 y dicha presión determinada P_2 ; y

la determinación de una longitud al menos representativa de una distancia D entre dicho primer extremo y dicha junta de estanqueidad por referencia a dicho volumen determinado V_2 y a un diámetro de dicho paso.

30 22.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende:

la conexión de un compresor con dicho primer extremo del paso;

el suministro de un gas a una presión sustancialmente constante P_1 y con un caudal sustancialmente constante V_f desde dicho compresor hasta el interior de dicho paso hasta que exista una presión predeterminada P_2 dentro de dicho paso entre dicho primer extremo y dicha junta de estanqueidad;

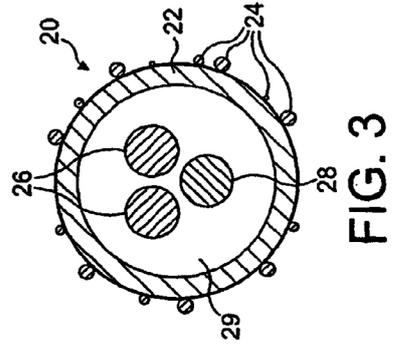
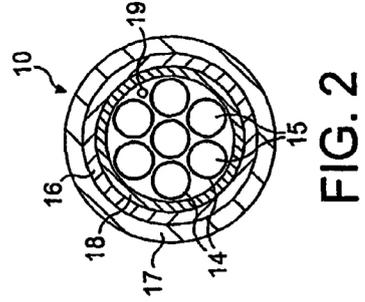
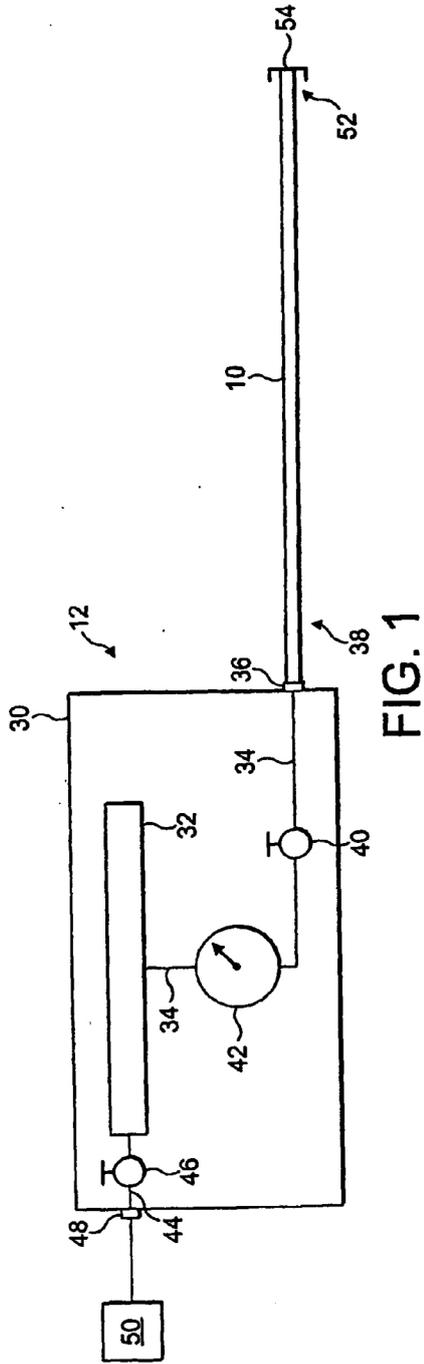
35 la determinación del periodo de tiempo t_f durante el cual dicho gas fue suministrado al interior de dicho paso;

la determinación de un volumen V_d indicativo de un volumen definido por dicho paso entre dicho primer extremo y dicha estanqueidad mediante la determinación de un volumen de gas bombeado V_1 mediante la multiplicación de dicho caudal V_f por dicho periodo de tiempo t_f y la relación

$$\frac{P_1 V_1}{P_2} = V_d ;$$

y

la determinación de una distancia D al menos representativa de la distancia entre dicho primer extremo y dicha junta de estanqueidad con referencia a dicho volumen V_d y a un diámetro de dicho paso.



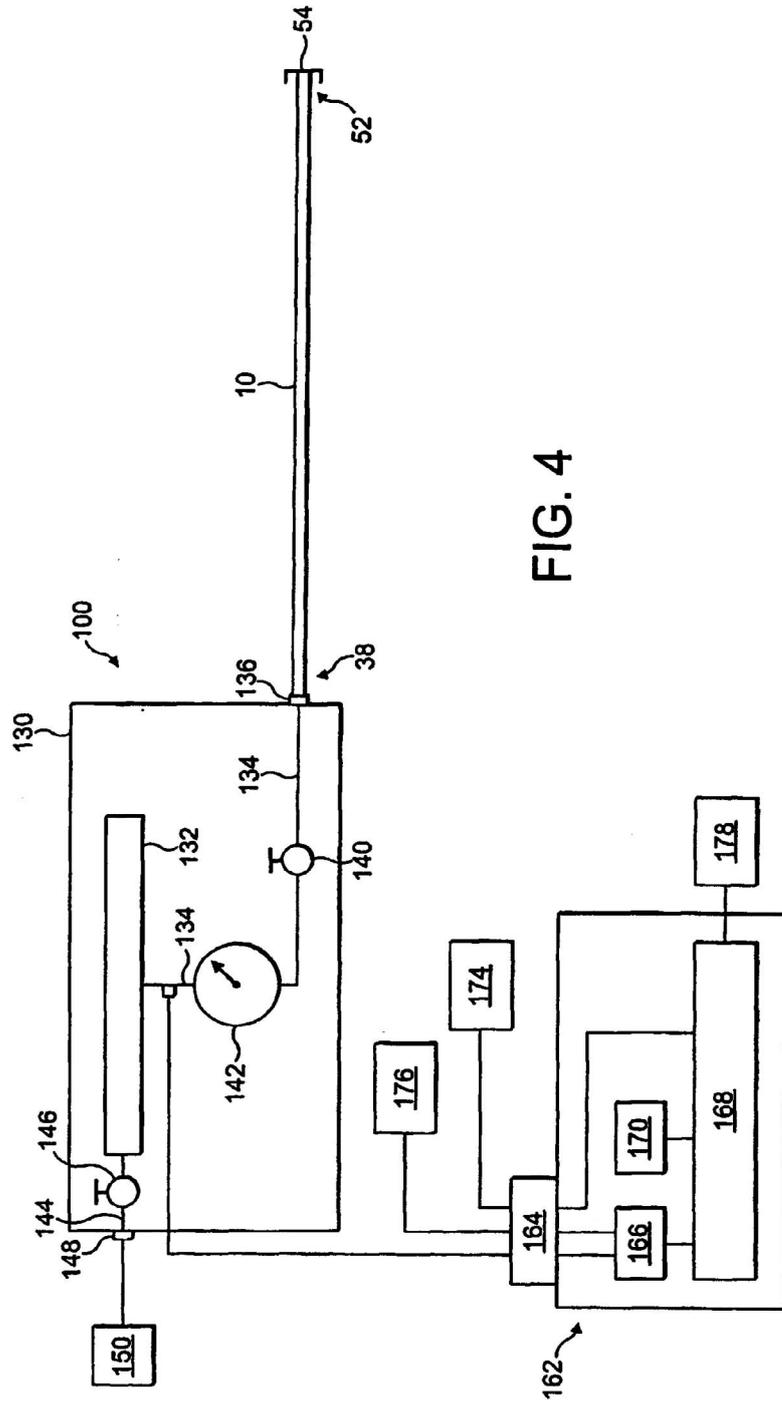


FIG. 4

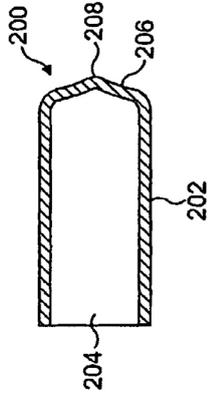


FIG. 5

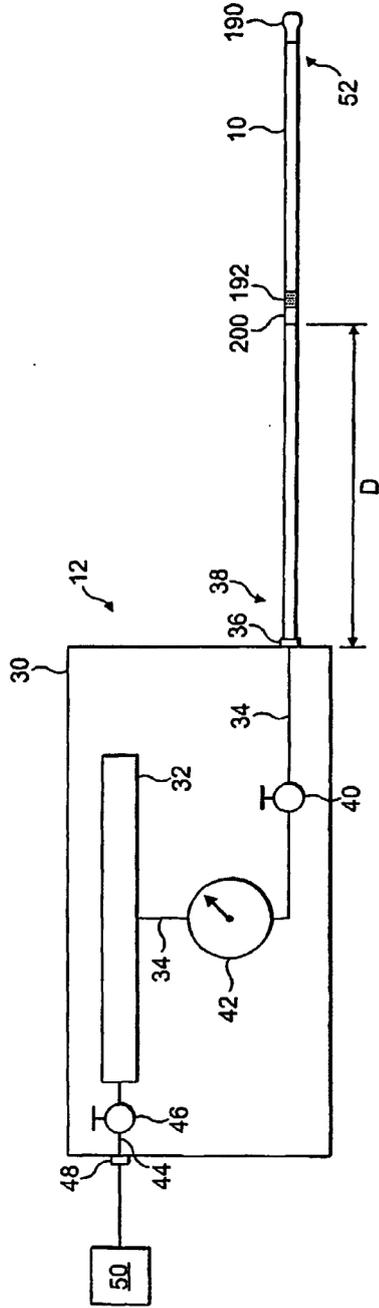


FIG. 6

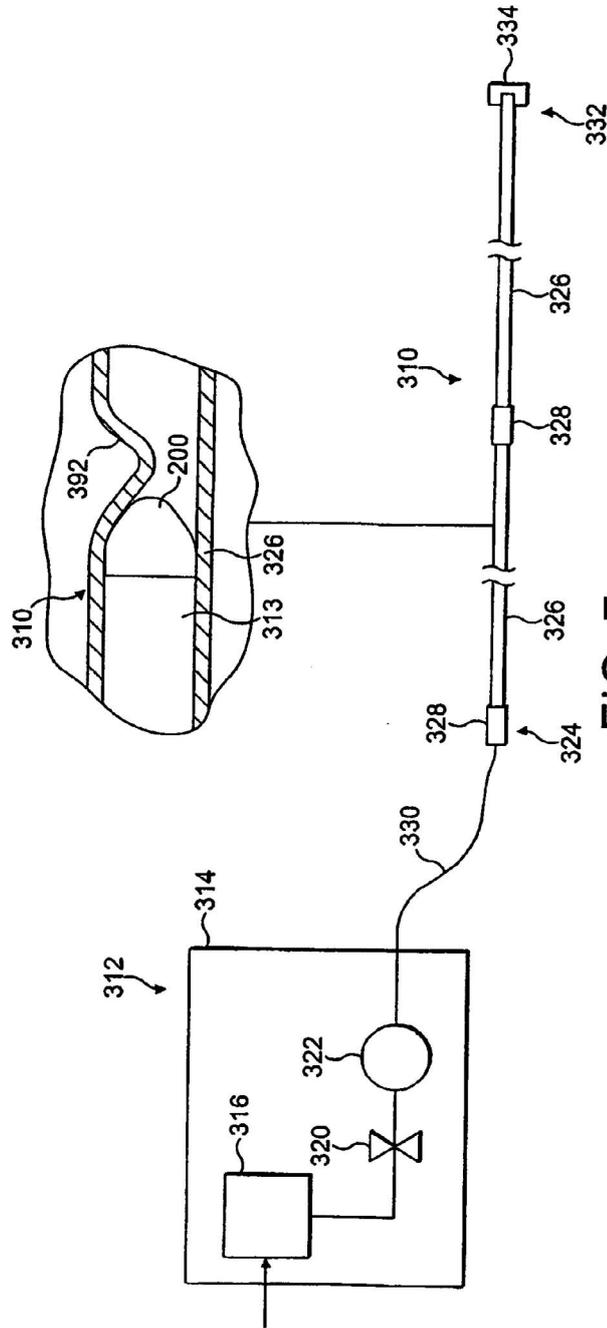


FIG. 7

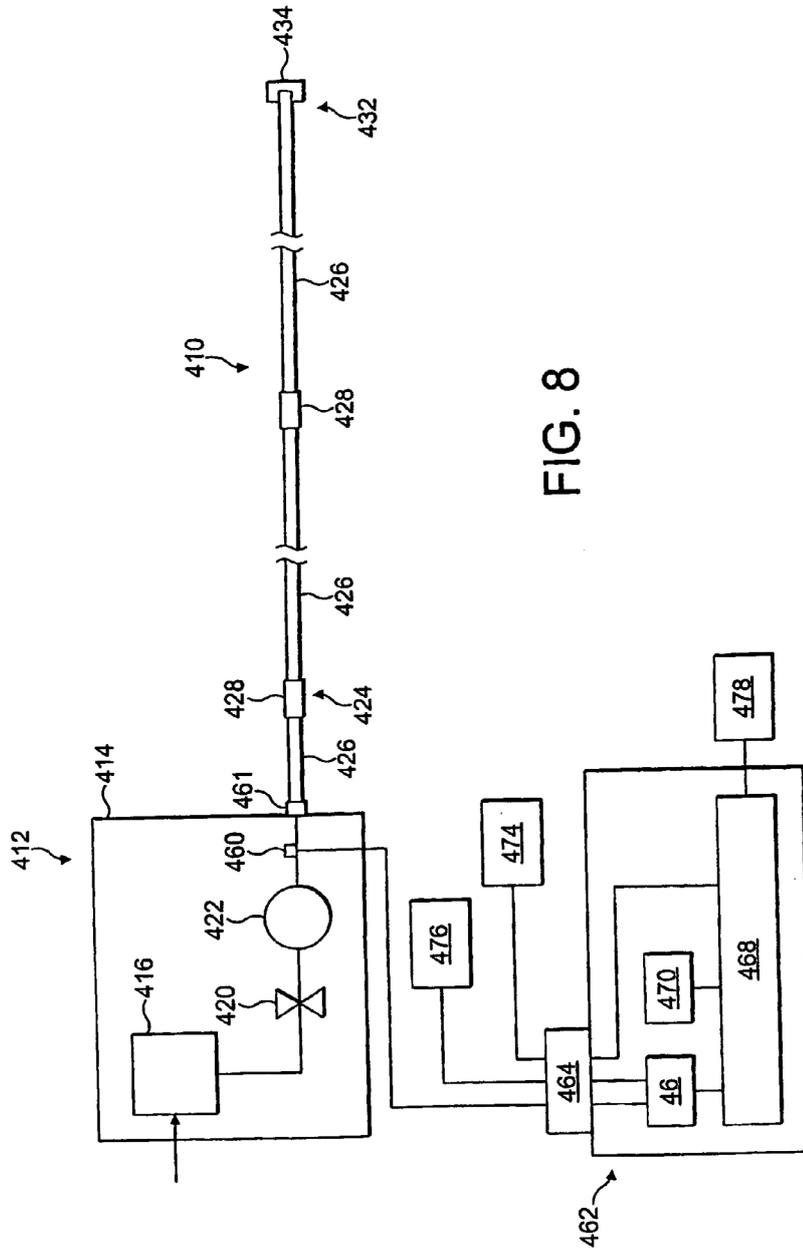


FIG. 8