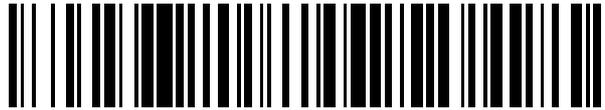


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 194**

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 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2003 E 03253191 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 1480008**

54 Título: **Procedimiento y aparato para determinar la longitud de un pasaje a largo del cual va a ser soplada una fibra óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.04.2015**

73 Titular/es:  
**PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS LIMITED  
(100.0%)  
Chickenhall Lane  
Eastleigh Hampshire SO50 6YU, GB**

72 Inventor/es:  
**SUTEHALL, RALPH**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 533 194 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 y aparato para determinar la longitud de un pasaje a largo del cual va a ser soplada una fibra óptica

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere a una instalación de soplado de fibras ópticas y, en particular, a determinar la longitud de un pasaje a lo largo del cual una unidad de fibra óptica va a ser instalada por soplado.

**Antecedentes de la invención**

10 Típicamente, las instalaciones de fibras sopladas comprenden un cable de fibra óptica que contiene tubos vacíos dentro de los cuales una unidad de fibra óptica es instalada por soplado con aire comprimido. La instalación de fibras ópticas soplando a lo largo de los pasajes en un cable preinstalado se conoce, por ejemplo, por el documento EP - A - 0 108 590. Los cables se instalan a menudo mucho tiempo antes de que se soplen las unidades de fibra óptica y las unidades de fibra óptica a menudo serán instaladas por una persona distinta del instalador del cable. Como consecuencia, es bastante probable que la persona que instala la unidad de fibra óptica no conozca la longitud del cable.

15 Puede ser posible determinar la longitud del cable por referencia a marcas de longitud sobre la cubierta del cable. Este procedimiento sólo es satisfactorio si el cable proviene de un único tambor y las marcas de la cubierta son fácilmente accesibles. Sin embargo, el instalador de unidad de fibra óptica generalmente no puede estar seguro de que el cable provenga de un único tambor. Otro procedimiento para determinar la longitud del cable es utilizar una rueda de medición. Sin embargo, si el cable está instalado en un edificio, muy probablemente se encontrará oculto bajo el piso o por encima de un falso techo, por lo que el uso de una rueda de medición es impracticable y, en muchos casos, imposible. Las mismas consideraciones se aplican cada vez que hay un cable que ha sido enterrado de alguna manera cuando fue instalado.

20 Un procedimiento utilizado en la actualidad para determinar la longitud de un cable es instalar una unidad de fibra óptica en un tubo del cable y registrar la longitud para futuras instalaciones. Sin embargo, este procedimiento tiene las desventajas de que la instalación inicial se realiza sin conocer la longitud del cable, así como que la medición registrada se puede perder.

El documento JP 61025005A se refiere a un procedimiento de medición de la longitud de un tubo disminuyendo o aumentando la presión, obteniendo el cambio en la presión y el cambio en la temperatura, midiendo el volumen interno de la tubería y dividiendo el volumen por el área de la sección transversal de la tubería.

30 El documento US 3.962.916 A se refiere a un sistema para medir el volumen de un espacio de aire cerrado, utilizando un suministro de gas regulado para proporcionar una fuente de presión predeterminada a un recipiente de un volumen conocido a la misma presión, y a continuación conectar el recipiente para que se descargue en el volumen que se está midiendo.

35 El documento DE 3320793 A1 se refiere a un procedimiento para determinar el volumen de compresión de motores de combustión de pistón alternativo en el que un gas a presión en exceso  $p_1$  conocida pasa desde un tanque de volumen conocido  $V_1$  al interior de la cámara de compresión.

El documento US 5,535,624 A1 se refiere a un procedimiento para comprobar el volumen de recipientes en el que un gas es alimentado al volumen correlacionado con un volumen del recipiente con un caudal controlado.

**Sumario de la invención**

40 Un objeto de la invención es hacer posible que un instalador de unidades de fibra óptica determine la longitud de un pasaje o tubo en el que una unidad de fibra óptica debe ser instalada por soplado.

Aspectos de la invención se establecen en las reivindicaciones.

**Breve descripción de los dibujos**

Con el fin de que la invención pueda ser bien comprendida, realizaciones de la misma, que se dan a modo de ejemplo solamente, se describirán ahora con referencia a los dibujos, en los cuales:

45 la figura 1 es una ilustración esquemática de un cable de fibra óptica y de un aparato para determinar la longitud del cable de fibra óptica para determinar la longitud de un tubo en el cable;

la figura 2 es una sección transversal esquemática de un cable de fibra óptica para su uso en una instalación de fibra soplada;

la figura 3 es una sección transversal esquemática de una unidad de fibra óptica adecuada para su instalación en el cable de fibra óptica de la figura 2; y

la figura 4 es una ilustración esquemática de una versión modificada del aparato que se muestra en la figura 1.

## 5 Descripción de las realizaciones

Haciendo referencia a las figuras 1 a 3, un cable de fibra óptica 10 se muestra conectado a un aparato para determinar una longitud de cable de fibra óptica 12, para determinar la longitud de un tubo o conducto 14 (figura 2) que se extiende a lo largo de la longitud del cable de fibra óptica. El tubo 14 está vacío antes de la instalación de una unidad de fibra óptica.

10 El cable de fibra óptica 10 puede ser de cualquier tipo adecuado, que incluye al menos un tubo 14 a lo largo del cual las unidades de fibra óptica pueden ser instaladas por soplado. Un ejemplo de una construcción de cable adecuada se muestra en la figura 2. El cable 10 que se muestra en la figura 2 comprende siete tubos 14 envueltos por una cubierta interna de MDPE 16 y una cubierta externa 17 de HDPE. Una barrera de agua de aluminio 18 puede estar dispuesta entre los tubos 14 y la cubierta interna 16. Un cable de mando 19 también puede ser proporcionado. Los tubos 14 pueden estar hechos, por ejemplo, de polietileno con una superficie radialmente interna cargada de carbono para aumentar la conductividad, como se desvela en el documento US 4952021. 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) suministrado por Emtelle International Limited.

20 Hay muchos tipos de unidades de fibra óptica adecuadas para la instalación por soplado. Estas serán conocidas por los expertos en la técnica e incluyen unidades de fibra de rendimiento mejorados (EPFU) tales como las EPFU Sirocco @ SM2F, SM4F y SM8F fabricadas y vendidas por las compañías del grupo Pirelli. Una sección transversal de una EPFU 20 de la gama de Sirocco® SM2F se muestra en la figura 3. La EPFU 20 comprende una cubierta de resina 22 recubierta con un modificador de superficie que comprenden perlas de vidrio 24 que mejoran la capacidad de soplado de la EPFU mediante la reducción del coeficiente de fricción de la EPFU. La cubierta 22 aloja un número de fibras ópticas 26, en este caso dos, y un cable de mando 28, todos ellos embebidas en una matriz 29 de un material que es relativamente blando en comparación con la cubierta 22. Las EPFU en la gama Sirocco @ tienen diámetros exteriores nominales en el rango de 1,2 a 1,4 mm, tienen distancias de soplado en el rango de 500 a 1000 m, y típicamente incluyen de dos a ocho fibras ópticas.

30 El aparato 12 para determinar la longitud del cable de fibra óptica comprende una carcasa 30 en la que está montado un depósito de presión en forma de un cilindro de aire comprimido 32 de volumen conocido  $V_1$  que contiene aire comprimido. El cilindro de aire comprimido 32 está conectado a la tubería de salida 34 que se extiende a un conector 36. El conector 36 puede ser de cualquier tipo adecuado para realizar una conexión estanca con el extremo de aguas arriba 38 de un tubo 14 en el cable 10. Una válvula de aislamiento 40 y un indicador de presión 42 se ajustan en la salida de la tubería 34 entre el cilindro 32 y el conector 36.

35 Un tubo de entrada 44 está conectado al cilindro de aire comprimido 32. Una válvula de entrada 46 está dispuesta en la tubería de entrada 44, que en su extremo de aguas arriba tiene un conector 48 mediante el cual el tubo se puede conectar con un medio 50 para proporcionar aire a presión para llenar el cilindro de aire comprimido 32. Este medio 50 podrían ser, por ejemplo, un sistema de tuberías de aire en un edificio, un compresor portátil o un cilindro de gas de gran volumen, lo que sea conveniente para una tarea de medición particular y para el medio ambiente. Las válvulas 40, 46 pueden ser cualquier tipo de válvula adecuada para controlar el flujo de un fluido gaseoso. Del mismo modo, la tubería 34, 44 puede ser de cualquier tipo adecuado para el transporte de aire comprimido a las presiones de funcionamiento del sistema y el indicador de presión 42 puede ser de cualquier tipo adecuado para el uso con aire comprimido y que pueda detectar cambios de presión dentro del rango de funcionamiento del aparato.

45 En uso, el conector 36 está conectado al extremo 38 de aguas arriba, o primero, de un tubo 14 del cable de fibra óptica 10 y el extremo 52 de aguas abajo, o segundo, del cable de fibra óptica 10 está tapado con una tapa de retención de presión aprobada 54, tal como los topos extremos NC711 - 02 y NC712 - 02 suministrados por John Guest Ltd. de West Drayton, Middlesex en el Reino Unido. Estos topos extremos son tapas extremas de plástico diseñadas para su uso en el mercado de las telecomunicaciones. Específicamente, las tapas extremas comprenden un cuerpo de plástico que lleva una o más juntas tóricas diseñadas para que se ajusten en un tubo de diámetro 14 en particular. El cuerpo de plástico tiene una porción extrema rotativa y la rotación de esta porción extrema hace que la junta tórica se sujete firmemente sobre el tubo 14.

55 La válvula de entrada 46 se abre estando cerrada la válvula de aislamiento 40 y el cilindro de aire comprimido 32 se llena con aire comprimido a una presión predeterminada  $P_1$  (por ejemplo 10 Bar - 1000 kN / m<sup>2</sup>). Una vez que se alcanza la presión requerida, la válvula de entrada 44 se cierra y la válvula de aislamiento 40 se abre, liberando así

el aire comprimido en el tubo 14. Una vez que la presión  $P_2$  en el sistema aguas abajo de la válvula de entrada 46 se ha estabilizado, la presión  $P_2$  se determina por medio del indicador de presión 42.

El aire en el sistema puede ser considerado como un gas ideal y puesto que su temperatura antes y después de la liberación del cilindro de aire comprimido para fines prácticos es constante, se aplica la ley de Boyle. Por lo tanto

5 
$$PV^n = n$$

en la que:

$P$  = presión

$V$  = volumen

$n$  = constante

10 A partir de esta relación, se puede determinar que

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

en la que:

$P_1$  = presión del cilindro

$V_1$  = volumen del cilindro

15  $P_2$  = presión entre la válvula 46 de entrada y la tapa de retención 54 después de la liberación de aire comprimido del cilindro 32

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

Puesto que

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

20 es posible determinar el volumen  $V_t$  del tubo 14 restando el volumen conocido del cilindro  $V_1$  del volumen  $V_2$ . Se apreciará 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) la tubería 34 entre el cilindro de aire comprimido y el conector 36, (iii) la válvula de aislamiento 40, o (iv) el indicador de presión 42. Sin embargo, en términos de volumen  $V_t$  del tubo 14, que podría tener una longitud, por ejemplo de 500 a 1000 metros, o más, estos volúmenes son insignificantes y pueden ser ignorados. Obviamente, sería posible determinar estos volúmenes desconocidos y añadirlos a  $V_1$  si así se desea con el fin de llegar a un resultado más exacto, pero a efectos prácticos, esto no se considera necesario.

25

Puesto que el diámetro interno  $d$  del tubo 14 puede ser determinado fácilmente por medición y el volumen  $V_t$  del tubo 14 ha sido determinado, es posible determinar la longitud  $L_t$  del tubo, puesto que

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

30 y por lo tanto

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

Se apreciará que conociendo las presiones  $P_1$  y  $P_2$ , el volumen  $V_1$  y el diámetro  $d$  del tubo 14, el instalador puede realizar fácilmente los cálculos necesarios para determinar la longitud del tubo  $L_t$ . Sin embargo, puede ser deseable proporcionar el aparato 12 con medios de cálculo incorporados para que la longitud puede ser calculada y el resultado se muestre al instalador. Para este propósito, se puede proporcionar un aparato modificado 100, como se muestra en la figura 4.

35

En el aparato modificado 100, a los componentes equivalentes a los que se han descritos en relación con el aparato 12 se les da el mismo número de referencia, pero incrementado en 100 y no se describirán de nuevo en detalle.

- El aparato 100 incluye un transductor de presión 160 que puede estar situado en cualquier posición apropiada en la que pueda detectar la presión  $P_1$  y  $P_2$ . El transductor de presión 160 proporciona una señal indicativa de la presión detectada y comunica la señal a un módulo de cálculo 162 a través de una interfaz de entrada / salida 164, que puede incluir un convertidor analógico a digital (a / d). La interfaz de entrada / salida 164 está conectada a una memoria de acceso aleatorio (RAM) 166 en la que las señales procedentes del transductor de presión 160 pueden ser almacenadas para ser accedidas por un procesador (CPU) 168. El módulo de cálculo 162 comprende también una memoria de sólo lectura (ROM) 170 en la que se almacenan los parámetros conocidos tales como el volumen  $V_1$  del aire comprimido del cilindro 18. La CPU 168 produce de salida datos digitales a la interfaz de entrada / salida 164, que está conectada a un medio de visualización, que puede ser, por ejemplo, una pantalla LCD 174. El módulo de cálculo está provisto también de un dispositivo de entrada, tal como un teclado 176, por medio del cual el instalador puede introducir datos de entrada, tales como el diámetro del tubo 14. El teclado 176 está conectado a la RAM 166 a través de la interfaz de entrada / salida 164 desde donde la entrada de datos realizada por el usuario puede ser accedida por la CPU 168.
- El módulo de cálculo 162 puede ser alimentado por una unidad de batería 178 y el teclado 176 puede incluir un interruptor conexión / desconexión (no mostrado) de manera que el módulo de cálculo 162 puede desconectarse para ahorrar energía de la batería. Un convertidor adecuado (no mostrado) puede estar dispuesto entre la unidad de batería 178 y los componentes del módulo de cálculo 162 que requieren energía eléctrica de manera que cada uno recibe la energía eléctrica en la forma requerida.
- La ROM 170 almacenará el software adecuado para el funcionamiento del módulo de cálculo 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 incluiría típicamente pasos que producirían en la pantalla LCD indicadores para que el instalador realice cada etapa del proceso (es decir, llenar el cilindro 32, 132, abrir la válvula de aislamiento 40, 140, introducir el diámetro  $d$  del tubo). Los sistemas más sofisticados pueden permitir que el instalador seleccione las unidades de medida que se van a utilizar.
- Se apreciará que los componentes del módulo de cálculo 162 han sido descritos brevemente y que otros componentes pueden ser incluidos. Sin embargo, tales componentes adicionales y la implementación de un algoritmo adecuado serán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica y por lo tanto no se describirán en detalle.
- Se apreciará que los diversos componentes del módulo de cálculo 162 pueden estar provistos en o sobre la carcasa 130. Alternativamente, se puede proporcionar una unidad separada con un cable para establecer una conexión eléctrica al transductor de presión 160. Como una alternativa adicional, se puede proporcionar una unidad manual que comprenda todas las características del módulo de cálculo 162, excepto el transductor 160. En este caso, el instalador sólo tendría que introducir la presión  $P_1$  y  $P_2$  leídas por el indicador de presión de 42, 142 y el diámetro  $d$  del tubo 14 con el fin de tener la longitud del tubo  $L_t$  en la pantalla LCD 174. Una vez más, un algoritmo adecuado sería almacenado en la ROM 170 para controlar la unidad, proporcionar al instalador las indicaciones para la entrada de los datos necesarios y llevar a cabo los cálculos necesarios.
- En las realizaciones, solo se muestra un cilindro de aire comprimido 32, 132. Sin embargo, se pueden proporcionar dos o más cilindros como se desee. Se proporcionan dos o más cilindros con el fin de proporcionar un volumen suficiente para probar cables de fibra óptica largos. Esto evita tener que trabajar a presiones de gas elevadas con el fin de proporcionar suficiente gas en un volumen más pequeño. Al proporcionar conexiones adecuadas y válvulas entre múltiples cilindros, se proporciona un depósito de presión de volumen variable para probar los cables de diferentes longitudes. De esta manera, en un modo, el volumen  $V_1$  sería proporcionado por un cilindro para la medición de cables relativamente más cortos, mientras que en un segundo modo, el volumen  $V_1$  sería proporcionado por dos o más cilindros para medir la longitud de cables relativamente más largos.
- Se apreciará que el aparato 12, 100 proporciona un medio para determinar rápida y fácilmente la longitud de un tubo 14 antes de la instalación de una unidad de fibra óptica. De esta manera, el instalador puede garantizar que la longitud de la unidad de cable óptico disponible es suficiente para el propósito y establece los parámetros del proceso de soplado para garantizar una instalación fiable de la unidad de fibra óptica. Una característica adicional del aparato es que observando el indicador de presión 42, 142 después de que el aire comprimido del cilindro 32, 132 haya sido liberado, se puede determinar la integridad del recorrido de la instalación. Si la presión  $P_2$  no se estabiliza, sino que sigue cayendo, esto es una indicación de una fuga de aire. Esto podría ser el resultado de una conexión defectuosa o de un fallo en el tubo 14. Si hay fallos en el tubo, es probable que esto limite en gran medida la distancia con la que la unidad de fibra óptica se puede soplar y por lo tanto el instalador puede optar por utilizar otro tubo 14 si hay espacio disponible, o puede tener que considerar cortar el cable a lo largo del recorrido de instalación para instalar secciones de unidad de fibra óptica, para empalmarlos.
- El volumen  $V_1$  del cilindro 32, 132 y la presión  $P_1$  pueden ser seleccionados como se requiera para las aplicaciones en las que se va a utilizar el aparato. Se apreciará que la cifra de 10 Bar que se ha mencionado más arriba es puramente a modo de ejemplo y todo lo que es necesario es asegurarse de que existe masa de gas suficiente en los

cilindros para producir un cambio medible en la presión de  $P_1$  a  $P_2$  teniendo en cuenta la resolución del indicador de presión 42, 142 y / o el transductor 162 y la exactitud deseada de la medición de la presión.

Se entenderá que aunque el gas preferido para uso con el aparato es aire comprimido, en principio, cualquier gas adecuado puede ser utilizado.

- 5 Como se ha mencionado más arriba, en la realización, los volúmenes de las tuberías, válvulas e indicador de presión no se tienen en cuenta en la determinación de la longitud  $L_t$  del tubo. Para propósitos prácticos, el efecto de estos volúmenes en el resultado es irrelevante. Se ha encontrado en las pruebas en un aparato prototipo 12 que la longitud  $L_t$  se puede calcular con una precisión del 95%. Se considera que una precisión del 95% proporciona un valor suficientemente representativa de la longitud real del pasaje de tubo para fines prácticos.

10

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para determinar una longitud al menos representativa de la longitud de un tubo (14) en un cable de fibra óptica (10) a lo largo del cual puede ser instalada una unidad de fibra óptica (20) por soplado, teniendo el cable de fibra óptica (10) un primer extremo (38) y un segundo extremo (52) y comprendiendo una cubierta (16,17) que aloja al menos a uno de los citados tubos (14) y comprendiendo el procedimiento:
- conectar un depósito de presión (32, 132) que tiene un volumen conocido ( $V_1$ ) al uno de los citados tubo (14) en el citado primer extremo (38) del cable de fibra óptica (10);
- 10 proporcionar una obturación (54) en el citado segundo extremo del cable de fibra óptica (10), de tal manera que un extremo del citado tubo conectado al depósito de presión (32, 132) esté obturado en el citado segundo extremo del cable de fibra óptica;
- liberar un gas a una presión conocida ( $P_1$ ) desde el citado depósito de presión (32) al interior del citado tubo (14) conectado con el citado depósito de presión (32, 132);
- 15 determinar una presión ( $P_2$ ) del gas que se encuentra en el citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) después de la citada liberación de gas;
- determinar el volumen ( $V_1$ ) del citado tubo (14) conectado con el citado depósito de presión (32, 132) por referencia al citado volumen conocido ( $V_1$ ), presión conocida ( $P_1$ ) y presión determinada ( $P_2$ ); y
- determinar una longitud ( $L_1$ ) al menos representativa de la longitud del citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) por referencia al citado volumen ( $V_1$ ) del mismo y un diámetro interno (d) del mismo.
- 20 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, llenar el citado depósito de presión (32, 132) con el citado gas a la citada presión conocida.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende, además, monitorizar la citada presión en el citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) después de la citada liberación de gas para determinar la presencia de fugas de gas.
- 25 4. Un procedimiento según la reivindicación 1, 2 o 3, que comprende la etapa de determinar el citado volumen ( $V_1$ ) del citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) por medio de la relación

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

en la que  $P_1$  es la citada presión conocida

30  $P_2$  es la citada presión determinada

$V_1$  es el citado volumen conocido

$V_2$  es al menos sustancialmente igual a  $V_1$  y el volumen del citado tubo conectado con el citado depósito.

- 35 5. Un procedimiento según la reivindicación 4, que comprende la etapa de determinar la citada longitud ( $L_1$ ) al menos representativa de la citada longitud del tubo conectado al citado depósito de presión por medio de la relación

$$\frac{4(V_2 - V_1)}{\pi d^2} = L_1 \quad .$$

6. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el citado gas es aire comprimido.
- 40 7. Una instalación que comprende un cable de fibra óptica (10) que comprende al menos un tubo (14) que define un pasaje a lo largo del cual una unidad de fibra óptica (20) puede ser instalada por soplado y un aparato para determinar la longitud del cable de fibra óptica (12, 100) para su uso en la determinación de una longitud ( $L_1$ ) del o de uno del citado tubo (14), comprendiendo el citado aparato un depósito de presión (32, 132) que tiene un volumen conocido ( $V_1$ ), en el que se puede almacenar un gas a una presión conocida ( $P_1$ ), estando la tubería de salida (34,134) conectada al citado depósito de presión (32, 132) y teniendo un extremo de salida separado del

citado depósito conectado al citado tubo (14), y un dispositivo de detección de presión (42, 142) para detectar la citada presión conocida y para detectar la presión de gas en el citado tubo (14) conectado con el citado extremo de salida,

- 5 para determinar una presión ( $P_2$ ) del gas que está en el citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) después de la citada liberación de gas; y medios para
- determinar el volumen ( $V_i$ ) del citado tubo (14) conectado con el citado depósito de presión (32, 132) por referencia al citado volumen conocido ( $V_1$ ), presión conocida ( $P_1$ ) y presión determinada ( $P_2$ ); y para determinar una longitud ( $L_i$ ) al menos representativa de la longitud del citado tubo conectado con el citado depósito de presión (32, 132) por referencia al citado volumen ( $V_i$ ) del mismo y un diámetro interno ( $d$ ) del mismo.
- 10 8. Una instalación según la reivindicación 7, en la que la citada disposición de detección de presión (142) comprende un transductor (160) que proporciona una señal eléctrica indicativa de la citada presión.
9. Una instalación según la reivindicación 7 u 8, en la que la citada disposición de detección de presión (142) comprende una pantalla (174) que proporciona una indicación visual de la citada presión.
- 15 10. Una instalación según la reivindicación 7, 8 o 9, que comprende, además, una válvula (40, 140) proporcionada en la citada tubería de salida entre el citado depósito de presión (32, 132) y el citado extremo de salida, estando dispuesta la citada disposición de detección de presión (42, 142) para detectar la citada presión de gas entre el citado depósito de presión (32, 132) y la citada válvula (40, 140).
- 20 11. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende, además, una tubería de entrada (44,144) conectada al citado depósito de presión (32, 132), teniendo la citada tubería de entrada (44,144) un extremo de entrada separado del citado depósito de presión (32, 132) para la conexión a medios (50, 150) para llenar el citado depósito de presión con gas.
12. Una instalación según la reivindicación 11, que comprende, además, una válvula (46, 146) dispuesta en la citada tubería de entrada (44,144) entre el citado depósito de presión (32, 132) y el citado extremo de entrada.
- 25 13. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en la que el citado depósito de presión (32, 132) comprende un cartucho prellenado liberable que se puede conectar a la citada tubería de salida.
14. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que la citada disposición de detección de presión (42, 142) está dispuesta para detectar la presión del gas en el citado depósito de presión (32, 132) para detectar la presión de un gas almacenado en el citado depósito.
- 30 15. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, que comprende, además, una unidad de cálculo (162) conectada o conectable con la citada disposición de detección de presión (132), estando dispuesta la citada unidad de cálculo para su uso en la determinación de la citada longitud del citado tubo sobre la base de la presión detectada por el citado medio de detección de presión (142) y una medición introducida del diámetro de un citado pasaje .
- 35 16. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 15, en la que el citado depósito de presión (32, 132) comprende una pluralidad de unidades definiendo cada una de ellas un volumen para el almacenamiento de gas, siendo conectable selectivamente las citadas unidades de tal manera que, en uso, un usuario puede seleccionar un volumen para el citado depósito de presión mediante la variación del número de las citadas unidades que están conectadas.
- 40 17. Una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 16, que tiene el citado extremo de salida conectado a un primer extremo (38) del o de uno del citado tubo (14) del citado cable (10).

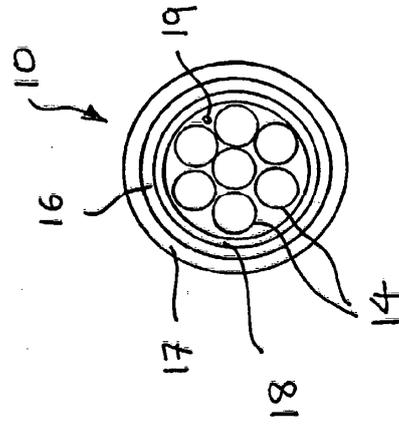
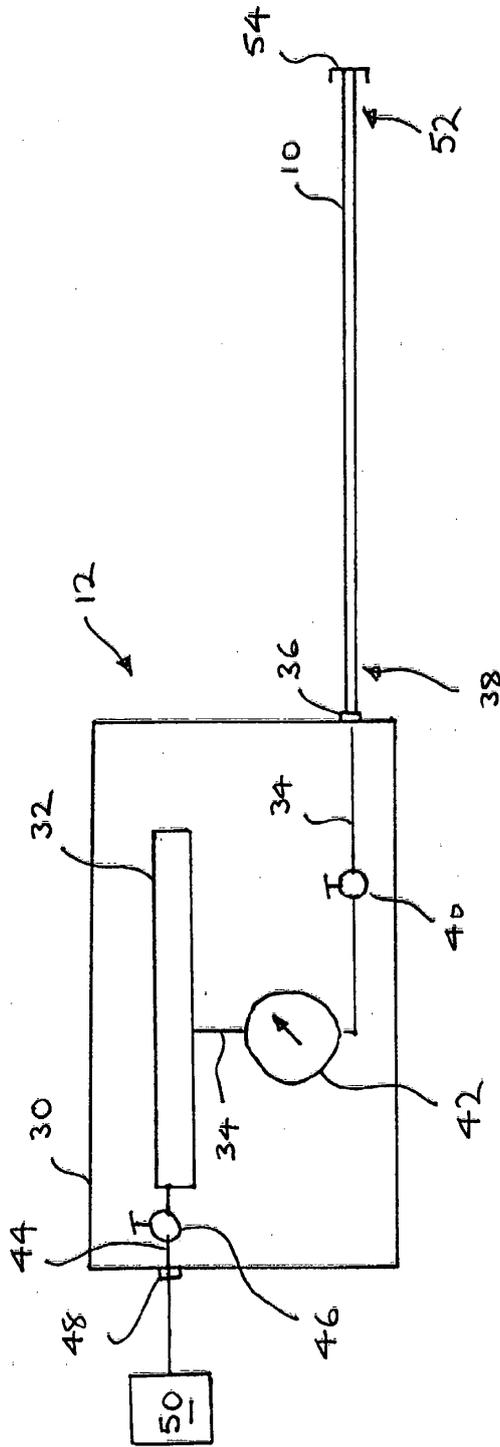


FIG 1

FIG 2

