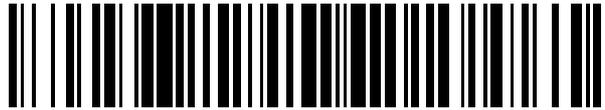


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 779**

51 Int. Cl.:

G01M 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2009 PCT/FR2009/050723**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09138646**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2009 E 09745965 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2269022**

54 Título: **Sistema para obtener informaciones con relación a una canalización y procedimiento asociado**

30 Prioridad:

22.04.2008 FR 0852712

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

06.06.2019

73 Titular/es:

**SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)
280 avenue Napoléon Bonaparte
92500 Rueil Malmaison, FR**

72 Inventor/es:

**STUBLER, JÉRÔME;
BASILE, BERNARD y
HOVHANESSIAN, GILLES**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 715 779 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

Sistema para obtener informaciones con relación a una canalización y procedimiento asociado

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a la obtención de informaciones con relación a una canalización que transporta un flujo de fluido y/o con relación al fluido.

10 **Estado de la técnica**

Estas informaciones pueden referirse, de manera no exclusiva, a la detección de fugas en la canalización y/o de características de dicha canalización o del fluido.

15 Es conocido, para una detección de fugas por ejemplo, el análisis del ruido provocado por esta fuga en el interior de la canalización.

Según la solución Sahara (marca registrada) desarrollada por la compañía WRc, se introduce un captador acústico en la canalización considerada por medio de un punto de acceso, y posteriormente circula en el interior de la canalización, empujado por el flujo de fluido.

20 Se une un cable por uno de sus extremos a este captador acústico. Permite por un lado la transmisión en tiempo real de los datos acústicos captados por el captador acústico a un sistema de análisis situado en su otro extremo, y por otro lado el suministro de la energía eléctrica necesaria para alimentar el captador acústico.

25 La posición del captador acústico es seguida por otro lado en todo momento, en el curso de su circulación en el interior de la canalización, por la medida de la longitud del cable introducido en esta canalización siguiendo el captador acústico, así como por la detección, por un operario en la superficie equipado con un sistema apropiado, de una señal emitida por el captador acústico.

30 El análisis en tiempo real de los datos acústicos captados y la localización continua del captador acústico permiten de ese modo detectar una eventual fuga de fluido en la canalización así como su posición geográfica.

35 Debido a sus características anteriormente recordadas, el cable unido al captador acústico debe tener una constitución y un diámetro apropiados y por tanto una rigidez relativamente grande.

Ahora bien la necesidad de un diámetro así genera significativos rozamientos del cable con el fluido y con el interior de la canalización, sobre todo en las zonas no lineales de la canalización.

40 Esto limita en consecuencia la longitud máxima del cable que puede insertarse en la canalización a aproximadamente 1 km. Más allá de esta longitud, en efecto, se considera que la fuerza generada por los rozamientos del cable en la canalización se convierte en superior a la fuerza propulsora del captador acústico resultante de la velocidad del fluido, lo que impide la progresión del captador acústico en el interior de la canalización.

45 En el documento EP0450814 se describe una sonda para inspeccionar una canalización que se une mecánicamente y eléctricamente a una estación de observación situada en el exterior de la canalización. El documento GB2379015 presenta una sonda similar. El documento FR2556832 describe una sonda para inspeccionar una canalización sin ningún enlace mecánico o eléctrico con el exterior. El documento US7231812 describe una sonda para inspeccionar una canalización con únicamente un enlace mecánico con el exterior y que comprende una baliza de posición.

50 **Objeto de la invención**

Un objeto de la presente invención es permitir obtener informaciones con relación a una canalización, mientras se limitan los inconvenientes anteriormente mencionados.

La invención propone así un sistema para obtener informaciones con relación a una canalización que transporta un flujo de fluido y/o con relación al fluido. Este sistema comprende:

- 60 - un módulo autónomo en términos de registro de datos y de alimentación de energía, que comprende unos medios de adquisición de datos cuyo análisis posterior permite la obtención de informaciones con relación a la canalización y/o al fluido y unos medios de memorización de los datos adquiridos por dichos medios de adquisición de datos, disponiéndose el módulo autónomo para ser empujado por el flujo de fluido después de haberse introducido en el interior de la canalización y
- 65 - un enlace mecánico unido al módulo autónomo y accesible desde el exterior de la canalización, estando desprovisto dicho enlace mecánico de propiedades para transmitir datos adquiridos por el módulo autónomo

hacia el exterior de la canalización y para suministrar energía al módulo autónomo desde el exterior de la canalización. El uso de un módulo autónomo, es decir un módulo que no necesita la ayuda exterior para adquirir y memorizar los datos, ni para ser alimentado de energía, permite prescindir de un cable voluminoso tal como el de la solución Sahara descrita en la introducción.

5 Es suficiente un simple enlace mecánico, que no tiene propiedades que le permitan transmitir los datos adquiridos por el módulo autónomo hacia el exterior de la canalización, o proporcionar la energía al módulo autónomo desde el exterior de la canalización. Un enlace mecánico de ese tipo, debido a su reducida sección, puede tener una longitud muy superior al cable de la solución Sahara, sin obstaculizar la progresión del módulo autónomo en el interior de la canalización.

10 Confiere además las mismas ventajas que el cable de la solución Sahara, tal como permitir una localización facilitada del módulo autónomo en el interior de la canalización, gracias a un seguimiento de la longitud del enlace mecánico introducido en el seguimiento del módulo autónomo en el interior de la canalización, así como una recuperación fácil del módulo autónomo, por simple tracción del enlace mecánico desde el exterior de la canalización.

15 El análisis posterior de los datos memorizados por el módulo autónomo, después de su salida de la canalización, permite establecer un diagnóstico perfectamente fiable. Este análisis puede referirse a una gran parte de la canalización, a partir de una única adquisición / memorización de los datos por el módulo autónomo, debido a la longitud del enlace mecánico utilizado.

Según otros modos de realización que pueden combinarse según todas las formas concebibles:

- 25 - los medios de adquisición de datos comprenden unos medios de adquisición de datos acústicos;
- el módulo autónomo comprende unos medios de emisión y/o de recepción de señales;
- 30 - el módulo autónomo comprende unos medios para generar, después de haber sido introducido en el interior de la canalización, una señal, tal como un ruido, adecuado para ser captada desde el exterior de la canalización por un medio apropiado;
- los medios de memorización de los datos adquiridos por dichos medios de adquisición de datos comprenden un soporte extraíble miniatura;
- 35 - el módulo autónomo comprende una batería recargable o cualquier otro tipo de sistema integrado de generación de corriente;
- el módulo autónomo comprende unos medios de medida de la fuerza de tracción entre el módulo autónomo y el enlace mecánico;
- 40 - el módulo autónomo comprende unos medios de detección de la posición con relación a al menos una pared interior de la canalización;
- 45 - el módulo autónomo comprende unos medios de desplazamiento en el sentido de la altura y/o de la anchura de la canalización;
- el módulo autónomo comprende unos medios para generar una onda de choque en dirección a la pared de la canalización y medir su respuesta vibratoria;
- 50 - el módulo autónomo comprende una o varias varillas flexibles dobladas apoyadas sobre la pared interna de la canalización; un análisis de la deformación de estas varillas flexibles puede permitir por ejemplo obtener características de rugosidad, de apertura de juntas y/o de perfil del interior de la canalización;
- 55 - el módulo autónomo comprende uno al menos de entre: una central inercial, unos medios de medida de presión, unos medios de medida de velocidad y un magnetómetro;
- el módulo autónomo comprende un reloj interno sincronizado con un reloj externo situado en el exterior de la canalización y que sirve de referencia temporal;
- 60 - el módulo autónomo se dispone para que, después de haberse introducido en el interior de la canalización, el flujo de fluido le ofrezca una resistencia variable en función de su velocidad relativa con relación al fluido. Por ejemplo, el flujo de fluido le ofrece una resistencia máxima cuando su velocidad es próxima a cero;
- 65 - el módulo autónomo se dispone para presentar una superficie transversal con respecto al flujo de fluido máxima cuando su velocidad es próxima a cero;

- 5 - el módulo autónomo está articulado con relación al enlace mecánico con ayuda de un resorte de manera que presente una superficie transversal con respecto al flujo de fluido máxima cuando su velocidad es próxima a cero;
- 10 - el módulo autónomo comprende unos elementos de superficie en la periferia del cuerpo del módulo autónomo, siendo adecuados los elementos de superficie para colocarse sustancialmente contra el cuerpo del módulo autónomo cuando la velocidad del módulo autónomo no es próxima a cero y colocarse de manera desplegada con relación al cuerpo del módulo autónomo cuando la velocidad del módulo autónomo es próxima a cero;
- 15 - el módulo autónomo comprende unos pasos para el fluido y un elemento de distribución móvil dispuesto para dejar abiertos algunos al menos de dichos pasos cuando la velocidad del módulo autónomo no es próxima a cero y para cerrar algunos al menos de dichos pasos cuando la velocidad del módulo autónomo es próxima a cero;
- 20 - el módulo autónomo presenta una forma sustancialmente oblonga;
- el módulo autónomo puede descomponerse en submódulos próximos, eventualmente encadenados por un enlace que puede transmitir energía e informaciones, para facilitar su toma de curvas;
- 25 - el módulo autónomo y/o el enlace mecánico tienen una densidad del mismo orden que la del fluido;
- el enlace mecánico se dispone para limitar las fuerzas de rozamiento con el fluido y/o con el interior de la canalización;
- 30 - el enlace mecánico está dotado de medios para que, cuando está en el interior de la canalización, el flujo de fluido le ofrezca una resistencia variable en función de su velocidad relativa con relación al fluido. Esta resistencia puede ser por ejemplo máxima cuando su velocidad es próxima a cero;
- el enlace mecánico comprende unos elementos de superficie adecuados para desplazarse sustancialmente contra el enlace mecánico cuando la velocidad del enlace mecánico no es próxima a cero y para colocarse de manera desplegada con relación al enlace mecánico cuando la velocidad del enlace mecánico es próxima a cero;
- el enlace mecánico tiene una longitud del orden de la decena de kilómetros;
- 35 - el sistema comprende además unos medios de empuje (rodillos, bandas, eventualmente estriadas u otros) para introducir el enlace mecánico en el interior de la canalización, de manera que se venzan las fuerzas resultantes del rozamiento del enlace mecánico sobre la canalización; pueden utilizarse unos medios de extracción correspondientes para hacer salir el enlace mecánico de la canalización;
- 40 - los medios de empuje se dividen en dos cuerpos, uno para cargar el enlace mecánico, otro para introducirlo en la canalización, pudiendo utilizarse una compuerta intermedia; se puede concebir igualmente una sujeción intermedia entre los cuerpos;
- 45 - el sistema comprende además unos medios de desinfección del enlace mecánico previamente a su introducción en la canalización;
- el módulo autónomo comprende unos medios de análisis de la respuesta vibratoria de la canalización, por ejemplo con los fines de obtener unas características de rigidez de esta canalización;
- 50 - el sistema comprende unos medios para medir la longitud del enlace mecánico introducido en el interior de la canalización a medida que el módulo autónomo es empujado por el flujo de fluido y/o unos medios para medir la longitud del enlace mecánico extraído de la canalización por tracción; y/o
- el sistema comprende unos medios para medir la tensión del enlace mecánico a la altura del sistema de extracción. Esta información conectada con la medida de la tracción realizada del lado del módulo autónomo permite a posteriori y por iteración, medir los rozamientos del enlace mecánico sobre la canalización, y conocer más precisamente los alargamientos del enlace mecánico, lo que permite mejorar la precisión de localización.
- 55 - La invención propone también un procedimiento para obtener informaciones con relación a la canalización y/o con relación al fluido que transporta un flujo de fluido; con ayuda de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores. El procedimiento comprende las siguientes etapas:
- 60 - introducir en el interior de la canalización, un módulo autónomo en términos de registros de datos y de alimentación de energía, que comprende unos medios de adquisición de datos cuyo análisis posterior permite la obtención de informaciones con relación a la canalización y/o al fluido y unos medios de memorización de los datos adquiridos por dichos medios de adquisición de datos, uniéndose al módulo autónomo un enlace mecánico
- 65

accesible desde el exterior de la canalización, careciendo dicho enlace mecánico de propiedades para transmitir unos datos adquiridos por el módulo autónomo hacia el exterior de la canalización y para suministrar energía al módulo autónomo desde el exterior de la canalización; y

- 5 - adquirir unos datos con ayuda de dichos medios de adquisición de datos y memorizar dichos datos con ayuda de dichos medios de memorización, mientras el módulo autónomo es empujado por un flujo de fluido.

Ventajosamente, finalmente se hace salir el módulo autónomo de la canalización tirando sobre el enlace mecánico.

10 Puede efectuarse eventualmente otra adquisición / memorización de datos por el módulo autónomo cuando se le hace salir de la canalización. Puede así completar la adquisición / memorización de datos realizada mientras que el módulo autónomo es empujado por el flujo de fluido, lo que permite tener unos datos redundantes, susceptibles de mejorar la fiabilidad de las informaciones obtenidas. Como variante, puede sustituir la adquisición / memorización de datos realizada mientras el módulo autónomo es empujado por el flujo de fluido.

15 Las informaciones obtenidas con relación a la canalización pueden referirse a la detección de una fuga en dicha canalización. Como variante o como complemento, pueden referirse a características de dicha canalización, tales como un diámetro, una ovalización, un ensuciamiento interno, una incrustación interna, una discontinuidad de una superficie interna de la canalización, una coherencia de un terreno de soporte, una abertura de juntas, un perfil en planta y/o en elevación, una presencia de un elemento magnético, una presión interna y/o una velocidad de circulación del fluido. Pueden igualmente comprender informaciones que permiten el reconocimiento del estado estructural de la canalización.

20 Las informaciones obtenidas con relación al fluido, como complemento o como sustitución de las informaciones obtenidas con relación a la canalización, pueden referirse a la media de parámetros hidráulicos y/o de la calidad del fluido transportado. Pueden comprender también una al menos de entre: una concertación de cloro, un pH, una temperatura del fluido, etc.

25 Cuando las informaciones se obtienen con relación a la canalización y al fluido, la obtención de dos tipos de informaciones puede ser simultánea y combinada, o bien independiente.

30 **Descripción de las figuras**

Surgirán otras particularidades y ventajas de la presente invención en la descripción que sigue a continuación de ejemplos de realización no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 - la figura 1 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema según la invención;
- la figura 2 es un esquema que muestra un ejemplo de módulo autónomo, haciendo aparecer unos elementos que es susceptible de incorporar;
- 40 - la figura 3 es un gráfico que muestra dos curvas relativas a unos comportamientos posibles para un módulo autónomo situado en una canalización;
- las figuras 4a-4e son unos esquemas que muestran un ejemplo ventajoso de configuración para un módulo autónomo, a diferentes velocidades;
- las figuras 5a-5e son unos esquemas que muestran otro ejemplo ventajoso de configuración para un módulo autónomo, a diferentes velocidades;
- 45 - las figuras 6a-6c son unos esquemas que muestran también otro ejemplo ventajoso de configuración para un módulo autónomo, a diferentes velocidades;
- las figuras 7a-7c son unos esquemas que muestran un ejemplo ventajoso de configuración para un enlace mecánico, a diferentes velocidades;
- la figura 8 es un esquema que muestra otro ejemplo de sistema según la invención;
- 50 - las figuras 9a-9b son unos esquemas que muestran un ejemplo ventajoso de módulo autónomo provisto de escamas en posiciones cerrada y abierta respectivamente;
- la figura 10 es un esquema que muestra el detalle de un cuerpo del módulo autónomo según la figura 8;
- las figuras 11a-11b son esquemas que muestran, en vista lateral y en vista transversal respectivamente, un módulo autónomo provisto de captadores para realizar unas medidas de posición;
- 55 - la figura 12 es un esquema que muestra, en una vista desde arriba, un módulo autónomo provisto de reguladores para poder desplazarse lateralmente;
- la figura 13 es un esquema que muestra, en una vista desde arriba, un módulo autónomo provisto de lastre para poder desplazarse en altura;
- las figuras 14a-14c son unos esquemas que muestran, en unos instantes sucesivos, unos fenómenos que pueden producirse durante la introducción por empuje de un enlace mecánico en una canalización;
- 60 - las figuras 15a-15c son unos esquemas que muestran unos ejemplos de sistemas de empuje y/o tracción de un enlace mecánico en una canalización;
- la figura 16 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema que implementa una desinfección de un enlace mecánico antes de su inserción en una canalización;
- 65 - la figura 17 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema de dos cuerpos para la introducción de un enlace mecánico en una canalización;

- la figura 18 es un esquema que muestra un ejemplo de sistema que comprende una subordinación entre dos cuerpos distintos;
- las figuras 19 y 20 son respectivamente una vista de lado y una vista de cara de una disposición en la que el módulo autónomo está provisto de varillas flexibles;
- 5 - la figura 21 es un esquema que ilustra una variación de flexión de las varillas flexibles integradas sobre un módulo autónomo en el paso de una junta de la canalización;
- la figura 22 es un esquema que ilustra una variación de flexión de las varillas flexibles integradas sobre el módulo autónomo en el paso de una dislocación de la canalización.

10 Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra un ejemplo de sistema para obtener informaciones con relación a una canalización 4 que transporta un flujo de fluido 28.

15 La canalización 4 puede ser de cualquier tipo. Puede contener por ejemplo, a modo de fluido, agua o cualquier otro líquido, un gas, etc. Su forma y sus dimensiones pueden ser diversas. En particular, su diámetro puede variar en función de la aplicación en la que participa. El sistema podrá adaptarse ventajosamente en función de las características de la canalización 4.

20 Se ha representado en la figura 1 un tramo lineal simple de la canalización 4. Pero esto no excluye la posibilidad para la canalización 4 de presentar ángulos, codos o también derivaciones en su recorrido.

Igualmente, la canalización 4 representada está enterrada bajo el suelo 9. Pero puede concebirse por supuesto que una parte de la canalización esté al aire libre. Puede rodearse también de cualquier otra cosa distinta a la tierra.
25 Puede por ejemplo situarse en el interior de una estructura de hormigón u otra.

El sistema ilustrado en la figura 1 comprende un módulo autónomo 1 al que se une un enlace mecánico 2.

30 La figura 2 muestra un ejemplo de módulo autónomo 1, haciendo aparecer diferentes elementos que es susceptible de incorporar.

En este ejemplo, el módulo autónomo 1 comprende unos medios de adquisición de datos acústicos, que pueden tomar la forma por ejemplo de un micrófono 10. En este caso, el micrófono 10 está adaptado ventajosamente a la o las frecuencias representativas de una fuga de fluido 28 en la canalización 4, con el fin de simplificar el análisis de los datos acústicos adquiridos.
35

Más generalmente, el módulo autónomo 1 comprende unos medios de adquisición de datos cuyo análisis posterior permite la obtención de informaciones con relación a la canalización 4. Por ejemplo, como complemento o como sustitución de medios de adquisición de datos acústicos, el módulo autónomo 1 podría incorporar unos medios de adquisición de datos visuales, tal como un aparato fotográfico o una cámara en miniatura.
40

Los medios de adquisición de datos pueden disponerse por ejemplo para permitir una detección de fugas en la canalización 4. Como variante o como complemento, pueden disponerse para obtener unas características de la canalización 4, tales como un diámetro, una ovalización, un ensuciamiento interno, una incrustación interna, una discontinuidad de la superficie interna de la canalización, la coherencia del terreno que lo rodea, un perfil en planta y/o en elevación, una presencia de elemento magnético, una presión interna, una velocidad de circulación del fluido, etc.
45

El módulo autónomo 1 comprende además unos medios de memorización de los datos adquiridos por los medios de adquisición de datos. Estos medios de memorización pueden tomar la forma de una memoria 11, que puede ser de cualquier naturaleza concebible. Esta memoria puede comprender por ejemplo un soporte extraíble en miniatura, tal como una tarjeta micro/mini-SD ("Secure Digital") u otra.
50

La autonomía del módulo autónomo 1 es el resultado por tanto de la capacidad de este módulo para registrar y almacenar unos datos cuyo análisis posterior puede permitir la obtención de informaciones sobre la canalización 4. Es el resultado también de la capacidad del módulo autónomo 1 para funcionar, sin tener necesidad de ser alimentado con energía desde el exterior.
55

Con este fin, puede incorporarse una alimentación 12 en el módulo autónomo 1, para suministrarle la energía de la que tiene necesidad para funcionar durante un periodo de tiempo elegido.
60

Esta alimentación puede comprender por ejemplo una batería recargable. En este caso, la batería es recargable ventajosamente desde el exterior del módulo autónomo 1, con el fin de evitar tener que abrir este módulo para efectuar la operación de recarga. Como variante, es posible cambiar la batería del módulo autónomo 1, si se considera necesario.
65

Es igualmente posible incluir en el módulo un dispositivo de recarga de la batería basado en un micro-generador hidráulico que se aprovecha de la diferencia de velocidad relativa entre el flujo y el módulo autónomo.

5 Ventajosamente, el módulo autónomo puede incluir un control de carga de la batería y puede solicitar, mediante la emisión de un sonido específico, una parada de empuje, de manera que estando parado, se aumente la energía de recarga que depende de este diferencial de velocidad y se reduzca el tiempo de carga.

10 En todos los casos, la alimentación 12 permite ventajosamente suministrar la energía al conjunto de los elementos que la necesitan en el seno del módulo autónomo 1.

15 Como opción, el módulo autónomo 1 puede comprender también unos medios de generación de una señal, tal como un ruido, adecuado para ser captado desde el exterior de la canalización 4 por un medio apropiado, cuando el módulo se sitúa en el interior de la canalización 4. Estos medios pueden tomar por ejemplo la forma de un emisor de un sonido característico, tal como un zumbador 14.

20 Siempre en opción, el módulo autónomo 1 puede incorporar un reloj interno 13, este reloj interno se sincroniza ventajosamente con un reloj externo, como se detallará más adelante.

25 Para obtener informaciones sobre la canalización 4 de la figura 1, por ejemplo con el fin de detectar una fuga o de obtener otras características de la canalización, se introduce el módulo autónomo 1 en el interior de esta canalización, a través de un punto de acceso 8.

30 Antes de esta introducción, se une el enlace mecánico 2 al módulo autónomo 1. Esta conexión entre el enlace mecánico 2 y el módulo autónomo 1 puede ser directa o bien hacerse por medio de uno o varios elementos.

35 En el ejemplo ilustrado en la figura 1, se dispone un pivote 3 entre el enlace mecánico 2 y el módulo autónomo 1, de manera que permita una libre rotación del módulo autónomo 1, incluso cuando el enlace mecánico 2 permanece fijo.

40 El módulo autónomo 1 se dispone además para ser empujado por el flujo de fluido 28 transportado por la canalización 4. La forma, las dimensiones o también cualquier otro parámetro característico pertinente del módulo autónomo 1 pueden elegirse con este fin. Se puede así evitar eventualmente la utilización de dispositivos para mejorar el desplazamiento del módulo autónomo 1 en el fluido 28, de tipo paracaídas abierto en la cabeza del módulo u otro.

45 A título de ejemplo, puede adoptarse una forma sustancialmente oblonga del módulo autónomo 1, como se representa en la figura 1, o cualquier otra forma que presente unas propiedades hidrodinámicas que permitan una circulación fácil del módulo autónomo 1 en la canalización 4.

50 Es igualmente posible fraccionar el módulo en varios submódulos de manera que constituyan un tren de módulos. Esta configuración permite limitar la longitud total del módulo equivalente y facilita el contorno de obstáculos y el paso de codos. Si es necesario, puede preverse entre los diferentes módulos una conexión de comunicación y de energía. Esta conexión de comunicación puede comprender por ejemplo uno o varios hilos de cobre, de fibra óptica u otros. En esta disposición, uno de los elementos del tren de módulos puede estar dedicado a la alimentación de los otros submódulos por ejemplo, lo que permite adaptar la autonomía del conjunto.

55 Las dimensiones del módulo autónomo 1 se eligen ventajosamente para no alcanzar o sobrepasar la más pequeña sección transversal de la canalización 4, con el fin de evitar que el módulo autónomo 1 quede bloqueado.

60 Se puede concebir también diseñar el módulo autónomo 1 de manera que su densidad sea del mismo orden que la del fluido 28, con el objeto de asegurar una flotación del módulo autónomo 1 alrededor de una semi-altura de la canalización 4. Pueden tomarse igualmente otras medidas para asegurar una flotación adecuada del módulo autónomo 1.

65 Según una configuración ventajosa, el módulo autónomo 1 comprende una carcasa impermeable al fluido 28, por ejemplo metálica, que protege los diferentes elementos incorporados en este módulo, así como una capa superior que rodea la carcasa impermeable y constituida por ejemplo por un material que asegura las propiedades de flotación buscadas, tal como una espuma de células cerradas u otro.

Por supuesto, se pueden concebir igualmente otras constituciones del módulo autónomo 1.

De la misma manera que para el módulo autónomo 1, la densidad del enlace mecánico 2 puede elegirse próxima a la del fluido, de manera que se posicione naturalmente "entre dos aguas" y no llegue a reposar en el fondo de la canalización 4. El enlace es puramente mecánico y esta posibilidad (densidad reducida) puede permitirse por el hecho de que su diámetro no se determine más que por la resistencia mecánica a la tracción necesaria para su retorno. Puede obtenerse igualmente una densidad reducida por yuxtaposición, por ejemplo por coextrusión, de un material de muy reducida densidad y de resistencia mecánica reducida con un material de alta resistencia mecánica

y densidad mayor. Sin embargo, esta característica no es necesaria para el avance del enlace mecánico 2 en la canalización 4; podía simplemente facilitarla.

5 La figura 8 muestra una variante del módulo autónomo que consiste en un montaje de elementos que aseguran cada uno unas funciones respectivas. Este montaje puede ser una yuxtaposición de cuerpos o tramos especializados por ejemplo.

10 Cuando, como se ha mencionado más arriba, el módulo autónomo se descompone en submódulos unidos, pero no incorporados unos a los otros, cada uno de los submódulos en cuestión pueden comprender una o varias de dichos cuerpos o tramos especializados.

15 En el ejemplo ilustrado en la figura 8, los diferentes cuerpos comprenden un cuerpo 31 de enganche y de medida de la fuerza, un cuerpo 32 de regulador, dos cuerpos 33 y 38 de situación, un cuerpo de lastrado 34, un cuerpo de batería y de equilibrado 35, un cuerpo 36 de memorización, de cálculo y de reloj, un cuerpo 37 de adquisición, de emisión y/o de recepción de señales por ejemplo sonoras (acústicas) u otras y un cuerpo 39 de medida de la presión, de medida de la velocidad, de la central de inercia y/o del magnetómetro.

20 Como complemento o como variante, el módulo autónomo puede incluir un cuerpo de generación de una onda de choque en dirección a la pared de la canalización y de recuperación de la onda de vibración de retorno y/o un cuerpo que comprende una o varias varillas flexibles dobladas apoyadas sobre la pared interna de la canalización para seguir y analizar la superficie.

25 Un bus 29, por ejemplo cableado, permite ventajosamente la comunicación y la alimentación de potencia de los diferentes cuerpos. En el caso en que el módulo autónomo consiste en un tren de módulos, como se ha mencionado más arriba, este bus puede convertirse en una conexión externa.

Los cuerpos pueden ser fijos de dos en dos, por ejemplo mediante atornillado.

30 La estanquidad entre estos cuerpos puede asegurarse por ejemplo con ayuda de juntas tóricas. En el caso del cuerpo de lastrado 34, se disponen unos orificios de purga/rellenado y puede realizarse la estanquidad general, por ejemplo, mediante una segunda envolvente.

35 Las funciones de los diferentes cuerpos del módulo autónomo 30, en la medida en la que difieren de los elementos del módulo autónomo 1, se detallan más adelante.

Después de la introducción del módulo autónomo 1 (o 30) en la canalización 4, este módulo es empujado por el flujo de fluido 28, debido a sus propiedades y a la velocidad de desplazamiento del fluido 28 en el interior de la canalización 4.

40 El curso de su progresión en el interior de la canalización 4, el módulo autónomo 1 (o 30) arrastra el enlace mecánico 2 al que está unido.

45 Se observa que este enlace mecánico 2 puede ser arrastrado también naturalmente directamente por el flujo de fluido 28, en el sentido de este flujo. Esto es el resultado del rozamiento entre el enlace mecánico 2 y el fluido 28. Un tramo de fluido arrastra con él un tramo de enlace mecánico.

50 Por efecto de la fricción del fluido 28, el enlace mecánico 2 podría incluso sobrepasar el módulo autónomo 1 (o 30) por momentos, principalmente cuando la velocidad del módulo autónomo 1 se hace inferior a la velocidad del flujo de fluido 28 que sería también la del enlace mecánico 2. Este último puede formar entonces un bucle.

El enlace mecánico 2 puede enrollarse inicialmente sobre la bobina 5. En este caso, el enlace mecánico 2 se suelta desde la bobina 5, a medida de la progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4.

55 De ese modo, el módulo autónomo 1 (o 30) puede recorrer una longitud igual o próxima a la del enlace mecánico 2, en el interior de la canalización 4. En efecto, cuando la integridad del enlace mecánico 2 se ha soltado desde la bobina 5 a la que se fija un extremo del enlace mecánico 2, el enlace mecánico 2 retiene el módulo autónomo 1 (o 30) y le impide continuar su progresión en la canalización 4.

60 Para la introducción del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4 bajo presión, puede utilizarse ventajosamente un dispositivo de inserción 7. Este dispositivo puede reposar por ejemplo en el principio de empujadores, por ejemplo unos rodillos y/o unas orugas, tales como las que se pueden encontrar para la inserción de cables de pretensado o cabestrantes de tensores.

65 Un dispositivo de inserción del mismo tipo (que es eventualmente el mismo dispositivo) o de tipo diferente puede utilizarse para empujar el enlace mecánico 2 en el interior de la canalización 4 bajo presión, a medida de la progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de esta canalización.

5 En ausencia de cualquier rozamiento entre el enlace mecánico 2 y la canalización 4 por un lado, y en la introducción del enlace mecánico 2 en la canalización 4 por otro lado, no sería útil ejercer una fuerza externa sobre el enlace mecánico 2 para que circule en el flujo de fluido 28 en el sentido de este flujo. Sería necesario incluso que este enlace no sobrepase el módulo autónomo 1 y permanezca tenso en todos los puntos.

10 Sin embargo estas condiciones en general no se cumplen, por un lado porque la canalización 4 no es necesariamente alargada en toda la excursión del módulo autónomo 1 y porque el enlace mecánico 2 rozará al menos en los codos de la canalización 4, y por otro lado porque la introducción del enlace mecánico 2 en la canalización 4 bajo presión implica una estanquidad en este entorno y un rozamiento resistente. El empuje del enlace mecánico 2 en el interior de la canalización 4 bajo presión puede permitir entonces superar estos rozamientos.

15 Queda sin embargo que las zonas en las que el enlace mecánico 2 no es retenido por los rozamientos, continúa pudiendo ser arrastrado por el rozamiento del flujo de fluido 28 en el sentido del flujo. Aguas abajo del rozamiento del enlace mecánico 2 en la canalización 4 o en la introducción, el rozamiento del fluido 28 sobre el enlace mecánico 2 corresponde a una tracción; aguas arriba a una forma de empuje. De un lado y otro del rozamiento sobre la canalización 4, se ejercen unas fuerzas conjuntas por tanto para oponerse entre ellas.

20 El dispositivo de inserción utilizado para la introducción del enlace mecánico 2 en la canalización 4 permite ventajosamente vencer el rozamiento de estanquidad realizado típicamente mediante una o varias juntas tóricas, una o varias juntas de labios o un sistema de prensaestopas. Puede permitir igualmente empujar el enlace mecánico 2 en la canalización 4 de manera que acompañe su arrastre por el flujo de fluido 28 en el sentido del flujo. En funcionamiento reversible, el dispositivo de inserción se convierte en el dispositivo de extracción y permite entonces
25 ventajosamente vencer las fuerzas resultantes de los rozamientos del enlace mecánico 2 en el flujo de fluido 28 y sobre la canalización 4 y aquellas resultantes de los rozamientos de la estanquidad.

30 En el caso de la excursión de ida del módulo autónomo 1 en la canalización 4, el empuje permanente del enlace mecánico 2 en la canalización 4 puede permitir vencer las fuerzas resultantes del rozamiento del enlace mecánico 2 sobre la canalización 4 de varias maneras.

Como se ha indicado más arriba, el flujo de fluido 28 arrastra con él el enlace mecánico 2, y el hecho de introducirlo continuamente no se opone a este hecho.

35 En caso de rozamiento del enlace mecánico 2 sobre la canalización 4, la introducción del enlace mecánico 2 genera una fuerza de compresión que se transmite a lo largo del enlace mecánico 2 y que, añadiéndose eventualmente a las fuerzas aguas arriba y aguas abajo resultantes del rozamiento del fluido 28 sobre el enlace mecánico 2, puede ser de naturaleza tal que permita vencer esta resultante de rozamiento del enlace mecánico 2 sobre la canalización
4.

40 Sin embargo, como se ilustra en las figuras 14a a 14c, teniendo en cuenta la relación de longitud entre rozamiento/diámetro del enlace mecánico 2, es probable que el empuje que genera esta fuerza de compresión pueda provocar, si el rozamiento del enlace mecánico 2 sobre la canalización 4 es grande, una forma de inestabilidad elástica, un pandeo, entre el punto de empuje 7 y este atasco c. Este fenómeno podrá ser sin embargo de tal naturaleza que
45 desbloquee el enlace mecánico 2 a la derecha de la rozamiento c por un efecto de latigazo resultante de la propagación en el sentido del flujo de fluido 28 de la onda de inestabilidad o del enlace mecánico 2 por un lado y también por el hecho de que durante la inestabilidad, el enlace mecánico 2 presentará con respecto al fluido 28 una superficie mayor que si permanece paralelo al flujo y por tanto ocasionará una fuerza de empuje mayor. Una vez pasado este punto de rozamiento, la onda del enlace mecánico 2 podrá propagarse a lo largo de este y podrá de la
50 misma manera desbloquear un rozamiento siguiente.

Esto no se produciría si el enlace fuera simplemente tirado por el módulo. Se comprende por tanto la ventaja que tiene empujar continuamente el enlace mecánico 2 en la canalización 4.

55 Como se ilustra en la figura 15a, el empuje, y posteriormente, a la vuelta, la tracción puede realizarse por ejemplo mediante un sistema 54 movido por un motor eléctrico o hidráulico. Este sistema puede ser por ejemplo de rodillos 56 (figura 15b) o de bandas 57 que se desplazan alrededor de poleas 58. A la entrada en la canalización 4, el enlace mecánico 2 puede ser guiado ventajosamente por un medio del guiado 55 apropiado.

60 Ventajosamente, puede disponerse un dispositivo 59 de medida de la velocidad de circulación del fluido 28 por ejemplo en el punto en el que el enlace mecánico 2 es transportado por el flujo de fluido 28. De esta manera, el sistema 54 puede adaptar eventualmente la velocidad de introducción del enlace mecánico 2 en la canalización 4 en función de dicha medida de velocidad de circulación del fluido 28, por ejemplo regulándola sustancialmente al mismo valor que esta medida.

65 Puede utilizarse igualmente un medio de medida de la fuerza de introducción del enlace mecánico 2 en la

canalización 4. Esta fuerza es representativa del rozamiento debido a la estanquidad en la introducción del enlace mecánico 2 a la ida como a la vuelta, de la fuerza de empuje/tracción del enlace mecánico 2 en la canalización 4, pero también de la fuerza necesaria para desenrollar la reserva del enlace en el exterior de la canalización 4 y unas pérdidas internas del sistema.

5 La medida de la fuerza puede ser el resultado de un simple cálculo de consumo eléctrico, por ejemplo si el sistema 54 está movido por uno o varios motores eléctricos o bien por la medida de la presión y del caudal en caso de uno o varios motores hidráulicos, midiéndose por otro lado la velocidad de introducción del enlace mecánico 2 en la canalización.

10 Por otro lado, como se ilustra en la figura 16, en el caso en que la canalización 4 sea por ejemplo un conducto de agua potable, el dispositivo de inserción del enlace mecánico 2 puede incluir una zona 60 de desinfección continua del enlace para el enlace mecánico 2 antes de su introducción en la canalización 4. La dosificación del desinfectante contenido en la zona 60 puede controlarse con ayuda de un circuito apropiado que contiene por ejemplo una reserva 63 de desinfectante, una bomba 62 y un dispositivo 61 de control de la dosificación en la zona 60.

15 Según otro refinamiento opcional ilustrado en la figura 17, se disocia el empuje del enlace mecánico 2 en la canalización 4 y la introducción del enlace mecánico 2 en la zona de empuje 65 que se llama de aquí en adelante la compuerta. El empuje del enlace mecánico 2 en la canalización 4 se hace entonces mediante unos medios de empuje 66 situados en la compuerta 65. Por el contrario, los medios de introducción 64 del enlace mecánico 2 en la compuerta 65 se sitúan aguas arriba de la compuerta, disponiéndose ventajosamente un medio de estanquidad 69 a la entrada de la compuerta 65.

20 Se distingue de ese modo la fuerza necesaria para la introducción o para la extracción del enlace mecánico 2 con relación a la canalización 4, de la fuerza necesaria para introducción o la extracción del enlace mecánico 2 con relación a la compuerta 65. En este caso, la medida de la fuerza de introducción/extracción del enlace mecánico 2 con relación a la canalización 4 puede dar unas informaciones complementarias aprovechables para el conocimiento de las características de la configuración de la canalización 4.

25 Se podrá por otro lado dejar una parte floja 67 del enlace mecánico 2 entre los dos sistemas 64 y 66 de introducción por un lado y de extracción por otro lado, con el fin de evitar una fuerza de tracción sobre el sistema de empuje.

30 La sincronización de las velocidades de avance del enlace mecánico 2 en cada uno de los dos sistemas se realiza ventajosamente por un control 68 del sistema 64 de introducción del enlace mecánico 2 por el sistema 66 de empuje en la canalización 4, de manera que la longitud del enlace mecánico 2 introducida corresponde a la del enlace mecánico 2 empujado. Un control de ese tipo se ilustra en la figura 18. El sistema 64 de introducción puede dimensionarse igualmente para permitir desenrollar la reserva del enlace mecánico 2 si esta está sobre un carrete por ejemplo.

35 En este caso, una medida de la fuerza de empuje del enlace mecánico 2 en la canalización 4 puede informar sobre eventuales atascos e inestabilidad elástica como se ha descrito anteriormente: en el primer caso un aumento de la fuerza de empuje discontinua, en el segundo caso una brutal disminución.

40 En este caso, una medida de la fuerza de tracción fuera de la canalización 4 puede permitir, por comparación con la fuerza medida en el mismo momento sobre el pivote 3 del módulo autónomo 1, un cálculo de los rozamientos y desviaciones del enlace mecánico 2 en la canalización 4. Esta comparación se permite por la sincronización de los relojes. La fuerza de tracción es el resultado de la suma de las fuerzas necesarias para tirar del enlace mecánico 2 en el flujo de fluido 28 en el sentido contrario al flujo, siendo resultantes estas fuerzas de rozamiento del enlace mecánico 2 en el fluido 28, de las fuerzas de rozamiento a vencer entre la canalización 4 y el enlace mecánico 2 ahí donde está en contacto, de las fuerzas procedentes de su chapado en los codos y de la fuerza resistente del módulo autónomo 1.

45 Otro aprovechamiento de la medida de las fuerzas concurrentes de tracción y recepción sobre el módulo autónomo 1 permite calcular, al final de la extracción, el alargamiento del enlace mecánico 2 entre cada uno de los puntos de rozamiento que constituyen otros tantos tramos del enlace, y corregir de ese modo la longitud del enlace mecánico 2 introducido o extraído medida por el sistema de medida relativamente al alargamiento del enlace mecánico 2 entre estos tramos. Esta corrección es de naturaleza tal que mejora significativamente la localización curvilínea del módulo autónomo 1 en función del tiempo. La longitud del enlace mecánico 2 en la fase de retorno en particular puede considerarse como la longitud desenrollada a la que conviene añadir la suma de los alargamientos absolutos resultantes de la aplicación de la fuerza de tracción sobre el enlace mecánico 2 en los tramos.

50 La autonomía del módulo autónomo 1 (o 30), a la vez en términos de registro de datos y de alimentación, le permite realizar por sí mismo la mayor parte incluso la totalidad de las operaciones que permitirán un análisis posterior de los datos adquiridos, conduciendo a la obtención de informaciones sobre la canalización 4.

55 Es principalmente gracias a esta autonomía del módulo autónomo 1 (o 30) que el sistema según la invención puede

permitirse no utilizar más que un simple enlace mecánico para unir el módulo autónomo 1 (o 30) al exterior de la canalización 4.

5 Un enlace mecánico de ese tipo debe entenderse como un enlace que no tiene propiedades que le permitan transmitir unos datos adquiridos por el módulo autónomo 1 (o 30) hacia el exterior de la canalización 4, o suministrar energía al módulo autónomo 1 (o 30) desde el exterior de la canalización 4. Esto constituye una diferencia importante con la solución Sahara descrita en la introducción.

10 Un enlace mecánico de ese tipo puede tener una sección útil muy inferior al cable utilizado por Sahara. Debido a esto, la longitud del enlace mecánico 2 que puede utilizarse sin obstaculizar la progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4 puede ser muy superior a la del cable de Sahara.

A título de ejemplo, puede utilizarse un enlace mecánico de una longitud del orden de la decena de kilómetros, por ejemplo de 20 km.

15 Esto constituye una ventaja considerable, puesto que la adquisición de datos que permiten la obtención de informaciones sobre una distancia así puede hacerse de una única vez, mientras que se necesitarían diez adquisiciones sucesivas sobre subzonas respectivas de la canalización, con la solución de la técnica anterior.

20 Esto permite además hacer posible la obtención de informaciones incluso aunque los puntos de acceso a la canalización considerada estén muy alejados entre sí, típicamente del orden de la decena de kilómetros.

A título de ejemplo, el enlace mecánico 2 puede ser un cable de acero, de fibras de vidrio y/o de fibras de carbono.

25 En este caso, podría ser suficiente un diámetro del cable del orden del milímetro, por ejemplo entre 3 y 4 milímetros. La reducida sección útil del enlace mecánico 2 permite a la bobina 5 sobre la que se enrolla eventualmente este enlace mecánico tener inicialmente un peso relativamente reducido, lo que facilita el transporte.

30 Por supuesto, pueden concebirse y adaptarse igualmente otros materiales en función del tipo de canalización y de fluido considerados.

Ventajosamente, el enlace mecánico 2 podría comprender una funda de protección alrededor de un cable.

35 El enlace mecánico 2 podría ser también un cable cuyo paso de trenzado sea inverso al paso de cableado, con el fin de equilibrar los momentos.

Podría también utilizarse un coeficiente de alargamiento mínimo o controlado del enlace mecánico 2.

40 De manera ventajosa, la naturaleza del enlace mecánico 2 se elegirá para limitar las fuerzas de rozamiento con el fluido 28 y el interior de la canalización 4 durante eventuales contactos entre ellos, principalmente en las zonas de curvatura de la canalización.

45 Con este fin, el enlace mecánico 2 podrá revestirse con un material de reducido coeficiente de rozamiento con respecto al de la canalización 4, de manera que las fuerzas resultantes de este rozamiento sean fácilmente vencidas por la suma de las fuerzas resultantes de los rozamientos del fluido 28 sobre el enlace mecánico 2. El enlace mecánico 2 en sí mismo puede estar constituido por un material homogéneo que tenga este reducido coeficiente de rozamiento mientras tiene la resistencia mecánica a la tracción necesaria para su retorno. Este revestimiento tendría además la ventaja de hacer redonda y lisa la periferia del enlace mecánico 2, lo que no es el caso para un cable constituido por trenzados por ejemplo, y por tanto haría así más simple la estanquidad de la introducción.

50 La obtención de informaciones con relación a la canalización 4 puede efectuarse de la siguiente manera.

55 Después de la introducción del módulo autónomo 1 (o 30) en la canalización 4, este módulo autónomo 1, seguido por el enlace mecánico 2, es empujado por el flujo de fluido 28. En el transcurso de su progresión en el interior de la canalización 4, el módulo autónomo 1 (o 30) efectúa la adquisición y la memorización de los datos pertinentes.

La posición del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4 puede ser conocida midiendo la longitud del enlace mecánico 2 introducida en el interior de la canalización 4 a medida que el módulo autónomo 1 (o 30) es empujado por el flujo de fluido 28.

60 Con este fin, pueden disponerse unos medios automáticos de medida 6 por ejemplo en la proximidad del punto de acceso 8. Como variante, los medios de medida podrían colocarse en la proximidad de la bobina 5, para evaluar la longitud del enlace mecánico 2 descargado desde esta bobina. En este último caso, la longitud del enlace mecánico 2 introducida en el interior de la canalización 4 puede deducirse por la longitud medida del enlace mecánico 2 descargada desde la bobina 5, siendo conocida la distancia entre la bobina 5 y el punto de acceso 8. Los medios de medida podrían también formar parte del sistema de empuje y/o tracción del enlace mecánico 2 tal como se ha descrito más arriba.

Se puede conocer así permanentemente la longitud del enlace mecánico 2 empujada en la canalización. Esta medida puede ser fechada por un reloj perfectamente sincronizado con un reloj integrado en el módulo autónomo 1. Esta sincronización permite a continuación conocer la longitud del enlace mecánico 2 introducida en la canalización 4 en el momento de un eventual registro por el módulo autónomo 1. Este conocimiento puede aportar una información de localización curvilínea de este evento.

Cuando se utiliza el sistema de empuje tal como se ha descrito más arriba con referencia a las figuras 15a-15c, la medida de la longitud del enlace mecánico 2 introducido en la canalización 4 puede realizarse por ejemplo por la medición del número de vueltas de los rodillos de introducción 56, o bien por el número de vueltas de las poleas de arrastre 58 de las bandas 57 teniendo en cuenta a continuación la longitud de las bandas.

Con el fin de evitar cualquier deriva debida a un coeficiente de arrastre del enlace mecánico 2 entre los rodillos 56 o las bandas 57, estos o estas pueden presentar unas formas que permitan sujetar suficientemente el enlace mecánico 2 para evitar un deslizamiento. De ese modo la parte de los rodillos o de las bandas en contacto con el enlace mecánico 2 podría presentar unos dientes. Igualmente, las bandas 57 podrían estar interiormente estriadas para evitar cualquier deslizamiento entre las poleas 58 y las bandas 57.

La posición geográfica del módulo autónomo 1 (o 30) puede determinarse también, o ajustarse, como complemento al análisis de la longitud del enlace mecánico 2 introducido en el interior de la canalización 4, por escucha de una señal, tal como una señal sonora por ejemplo, generada por el elemento 14 del módulo autónomo 1 (o los medios de emisión del cuerpo 37 del módulo autónomo 30). La captación de la señal se efectúa con ayuda de medios apropiados de los que dispone un operario situado en la superficie a lo largo de la canalización 4.

De manera ventajosa, un reloj externo situado en el exterior de la canalización 4 puede servir de referencia temporal para seguir la introducción del enlace mecánico 2 en el interior de la canalización 4.

Este reloj puede ventajosamente estar acoplado a los medios de medida 6, de manera que se pueda conocer la longitud del enlace mecánico 2 introducida en el interior de la canalización 4 en cada instante en el transcurso de la progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de esta canalización. Esto permite obtener una indicación de la posición geográfica del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4, en función del tiempo medido por el reloj externo. Puede utilizarse con este fin una rueda codificada.

El reloj interno 13 del módulo autónomo 1 (o del cuerpo 36 del módulo autónomo 30), cuando existe, está sincronizado ventajosamente con este reloj externo. Esto permite disponer de una referencia de tiempos única.

De manera ventajosa, puede realizarse una medida de la fuerza de enganche entre el módulo autónomo y el enlace mecánico y pueden extraerse conclusiones de esta medida.

Con este fin, el cuerpo 31 del módulo autónomo 30, que se ha ampliado en la figura 10, puede comprender un pivote 45 para unir el enlace mecánico 2 al módulo autónomo, una junta 44, así como un captador de medida de la fuerza de tracción 46, un tope de bolas 48 y un dispositivo de detención 47.

El captador 46 (que podría por otro lado posicionarse de modo diferente, por ejemplo en la interfaz entre el pivote 45 y el enlace mecánico 2) proporciona una medida indicativa de la tracción ejercida entre el módulo autónomo 30 y el enlace mecánico 2.

Esta medida puede realizarse, por ejemplo por comparación con un umbral que podría determinarse o indicado como una consigna susceptible de variar. Si la fuerza de tracción medida es reducida, esto significa que la velocidad del enlace mecánico 2 y la del módulo autónomo 30 están próximas, ya sea porque los dos avanzan al mismo tiempo, o ya sea porque el módulo autónomo 30 está bloqueado.

Si la fuerza de tracción medida es grande, esto significa que el módulo autónomo 30 avanza mucho más rápido que lo que el enlace mecánico 2 se desenrolla en el sentido de ida, o bien que la velocidad de rebobinado del enlace mecánico 2 es demasiado rápida en el sentido de retorno. En el primer caso, debería empujarse más rápido al enlace mecánico 2 en la canalización 4. En el segundo caso, debería tirarse menos rápido del enlace mecánico 2 fuera de la canalización 4.

Si el análisis de la medida de la fuerza de tracción se realiza totalmente por el módulo autónomo 30, este último puede emitir ventajosamente una señal capaz de propagarse en el fluido 28 por ejemplo hasta el punto de acceso 8, para comunicarle la información relativa a esta medida. Por ejemplo, si la medida de la fuerza de tracción sobrepasa un umbral, puede emitirse una señal para indicar que debería disminuirse esta fuerza. La emisión de la señal puede efectuarse por el cuerpo 37 del que se detallará el funcionamiento más adelante.

En una de sus disposiciones, el módulo autónomo puede contener unas sondas de medida de las características del fluido transportado por la canalización, por ejemplo en el caso de agua potable, de un medio de medida de concentración de cloro, de pH, de temperatura y/o de cualquier otro parámetro que intervenga en la caracterización

de la calidad del fluido.

De manera ventajosa, puede medirse la posición del módulo autónomo con relación a las paredes interiores de la canalización.

5 Con este fin, el módulo autónomo debería tener preferentemente una posición en altura constante en la canalización y evitar una inclinación constante, es decir que su centro de gravedad se situaría bajo su centro de empuje de manera que no pueda o pueda difícilmente inclinarse alrededor de un eje vertical. Esto puede obtenerse fácilmente por un reparto apropiado de las masas y de los volúmenes.

10 La medida de la posición del módulo autónomo 30 puede efectuarse con ayuda de captadores 50 integrados en este módulo, por ejemplo alrededor de los cuerpos de situación 33 y 38. Cada uno de estos captadores mide la distancia r_{11} , r_{12} , r_{13} o r_{14} que le separa de una pared interior de la canalización 4, como se verá en las figuras 11a y 11b, respectivamente en una vista de lado y en vista transversal.

15 Estos captadores 50 son por ejemplo unos sonares que emiten y reciben una vibración ultrasónica reflejada sobre la pared. La medida del tiempo del trayecto de ida y vuelta de esta vibración da la información sobre la distancia entre el sonar y la pared de enfrente. Incluso si la velocidad del sonido está afectada por la velocidad y la presión del fluido, se puede considerar que la medida de cada captador está impactada de la misma manera. Las medidas de tiempo relativas pueden por tanto utilizarse para conocer la posición arriba-abajo y la posición izquierda-derecha del módulo autónomo 30 en la canalización 4.

20 La disposición de dos veces cuatro captadores ilustrados en las figuras 11a y 11b puede dar además una información sobre la inclinación relativa del módulo autónomo 30 en la canalización 4.

25 Como las otras medidas efectuadas por el módulo autónomo, estas medidas de posición pueden memorizarse localmente si es necesario.

30 Mediante una medida de la velocidad del sonido en el fluido 28 en las condiciones locales (presión, temperatura y velocidad del fluido), estas medidas de posición pueden aprovecharse también para caracterizar la geometría interna de la canalización: diámetro, ovalización, ensuciamiento, incrustaciones, etc.

35 La velocidad arriba mencionada del sonido en el fluido 28 puede obtenerse instalando sobre el módulo autónomo 30 un captador 42 que apunte sobre una particularidad geométrica fija 41 cuya distancia al captador 42 sea conocida e invariable, de manera que la velocidad pueda calcularse directamente a partir de la medida del tiempo. Esta velocidad puede utilizarse a continuación para el cálculo de las distancias.

40 Como variante, puede obtenerse la velocidad del sonido en el fluido 28 utilizando dos emisores-receptores ultrasónicos, en el modelo de los anemómetros estáticos ultrasónicos, en sustitución de los elementos 41 y 42 mencionados anteriormente, y comparando el tiempo en un sentido y en otro. La diferencia resultante de esta comparación es representativa de la velocidad del módulo autónomo 30 con relación al fluido 28. En particular si el módulo autónomo está parado absolutamente, la diferencia de tiempos es directamente representativa de la velocidad del fluido.

45 Las informaciones obtenidas sobre la geometría interna de la canalización se memorizan y fechan ventajosamente, por ejemplo en el cuerpo 36 del módulo autónomo 30. A posteriori, estas informaciones podrían así situarse en abscisas curvilíneas a lo largo de la canalización 4. Esta posibilidad de reconstrucción de la geometría interna de la canalización puede ser extremadamente útil para el gestor de esta canalización.

50 En una disposición ventajosa, ilustrada en las figuras 19 y 20, el módulo autónomo 30 (o 1) integra, en su periferia, un elemento portador de una o varias varillas flexibles 70 suficientemente largas para tocar la pared interna de la canalización 4 estando dobladas, pero suficientemente flexibles para no oponerse significativamente al avance del módulo autónomo en la canalización y posteriormente a su retorno. El contacto con la pared de la canalización impone la flexión de las varillas 70 en consecuencia, la diferencia de distancia entre el módulo autónomo y la pared de la canalización modifica la flexión de las varillas.

55 Durante su avance en la canalización 4, estas varillas 70 están en contacto con la parte interna de la canalización y la medida de su flexión respectiva y/o relativa, por ejemplo en respuesta a un cambio de sección de la canalización o una variación debida a una rugosidad de la pared interna de la canalización, puede permitir reproducir el perfil interno de la canalización.

60 La figura 21 muestra un ejemplo de variación de la flexión de las varillas flexibles 70_1 y 70_2 del módulo autónomo 30 (o 1), en el paso de una dislocación 71 de la canalización 4. Como se indica en la curva de la figura 21, la flexión F de las dos varillas disminuye bruscamente a la altura de la junta, para retomar a continuación su valor inicial.

65 De la misma manera, la figura 22 muestra un ejemplo de variación de la flexión de las varillas flexibles 70_1 y 70_2 del

módulo autónomo 30 (o 1), en el paso de una dislocación 72, con cambio de ángulo, de la canalización 4. Como se indica en las curvas de la figura 22, las flexiones F1 y F2 corresponden respectivamente las varillas flexibles 70₁ y 70₂ que sufren cada una una disminución en el paso de la dislocación 72 y posteriormente un aumento más allá de esta dislocación, pero con unas duraciones eventualmente diferentes.

5 Las varillas flexibles utilizadas pueden estar constituidas por ejemplo por fibra de vidrio. Puede emitirse eventualmente una luz y puede medirse la intensidad de retorno con relación a la intensidad emitida. La atenuación de la intensidad es en efecto una función de la curvatura de la fibra.

10 Como variante o como complemento, las varillas flexibles pueden estar constituidas por ejemplo por una lámina delgada de un material elástico tal como acero o material plástico de deformación reducida, de un lado y otro de la que se adhieren, serigrafían, sueldan o asocian por cualquier otra técnica de conexión plana e íntima, unos elementos sensibles a la información, tales como por ejemplo unas galgas de deformación o unos captadores ópticos basados en la tecnología de las redes de Bragg.

15 En una disposición de ese tipo, la flexión de una varilla provocará, de manera igual y opuesta, una deformación de la varilla (tracción sobre una cara, compresión sobre la cara opuesta) estrictamente proporcional a la flexión.

20 Es posible igualmente un desplazamiento del módulo autónomo. Los cuerpos 32 de regulador y 34 de lastrado del módulo autónomo 30 por ejemplo pueden asegurar este papel.

25 Uno o varios reguladores (o aletas) 40 puede permitir un desplazamiento izquierda-derecha del módulo autónomo 30, como en el caso de un navío. Esto se ilustra en la figura 12, que es una vista desde arriba, en la que el módulo autónomo 30 se desplaza inicialmente en el eje de la canalización 4 (configuración 12a, el fluido se desplaza de izquierda hacia la derecha en esta figura), posteriormente se desplaza hacia una pared de la canalización 4 seguido por un pivote de los reguladores 40 con relación al eje longitudinal del módulo autónomo 30 (configuración 12b).

30 El lastrado puede permitirse por ejemplo mediante la compresión/descompresión de un volumen de aire incluido en un globo estanco o un volumen de espuma elástica de células cerradas y comprimido mediante un dispositivo de micro-motor, del tipo pistón o micro-tornillo. Al ser sustituido el volumen de aire comprimido por un volumen equivalente de agua, la densidad del módulo autónomo aumenta y este desciende en la canalización. La descompresión del globo a la inversa permite la elevación del módulo autónomo.

35 La figura 13 ilustra este mecanismo en tres instantes sucesivos. En el instante 13a, el módulo autónomo 30 está situado sobre el eje de la canalización 4. Su cuerpo 34 de lastrado es tal que el globo de aire comprimido 53 contiene una cierta cantidad de aire.

40 En el instante 13b, se ha introducido agua en el cuerpo 34 de lastrado a través de las tomas de agua 51, mientras que el aire contenido en el globo 53 era comprimido por el pistón 52. Esto ha provocado un descenso del módulo autónomo 30 en la canalización 4.

En el instante 13c, el aire contenido en el globo 53 se ha descomprimido y ha evacuado el agua que rellenaba el cuerpo 34 de lastrado. Lo que ha implicado una elevación del módulo autónomo 30 en la canalización 4.

45 Estos órganos de desplazamiento del módulo autónomo, u otros, pueden utilizarse por ejemplo para efectuar un centrado del módulo autónomo 30 en la canalización 4. Este centrado puede hacerse a continuación de la constatación de un descentrado como consecuencia de las medidas de posición efectuadas por el módulo autónomo como se ha expuesto más arriba.

50 El centrado puede controlarse ventajosamente mediante el sistema de gestión integrado en el módulo autónomo, que utiliza un programa que integra la toma de las medidas de posición, su aprovechamiento, su comparación con un umbral y la acción sobre los órganos de desplazamiento.

55 Los órganos de desplazamiento del módulo autónomo pueden utilizarse también para tener en cuenta ciertas situaciones, tales como un bloqueo del módulo autónomo. A título ilustrativo, el módulo autónomo puede desplazarse para rodear un obstáculo, por ejemplo aproximándose a una pared de la canalización en lugar de permanecer en el centro. También en este caso, un programa puede permitir gestionar este tipo de situación.

60 Eventualmente, una orden de modificación de la posición puede provenir del exterior del módulo autónomo, por ejemplo por la emisión de una señal apropiada desde el exterior de la canalización o bien de una fuente de señal colocada en la canalización y en la proximidad del punto de acceso. En este caso, el módulo autónomo debe ser capaz de recibir y de interpretar esta señal, como se expondrá más adelante.

65 El módulo autónomo puede utilizarse ventajosamente para obtener informaciones sobre la canalización en el interior de la que se desplaza. Cuando esta canalización forma parte de una red de canalizaciones y el módulo autónomo se desplaza en esta red, de canalización en canalización, las informaciones obtenidas pueden referirse a la

configuración de toda o parte de la red.

Con este fin, el módulo autónomo 30 puede comprender, por ejemplo en su cuerpo 39, una central de inercia capaz de estimar su trayectoria, en términos de ascenso y descenso, así como cambios de dirección.

5 Estas medidas, ventajosamente fechadas, pueden memorizarse por el módulo autónomo 30, por ejemplo en su cuerpo 36. Posteriormente, después de la puesta en correspondencia con la posición curvilínea del módulo autónomo 30, pueden aprovecharse para establecer el perfil en planta y/o en elevación de la o de las canalizaciones en el interior de las que se desplaza el módulo autónomo.

10 Para mayor precisión, las medidas efectuadas por la central de inercia pueden corregirse por los efectos de las acciones sobre los reguladores y el lastre del módulo autónomo 30.

15 Una caracterización de un estado estructural puede ser el resultado del análisis de la respuesta vibratoria de la estructura considerada. Esta respuesta es representativa de la rigidez de esta estructura y/o de la calidad de su conexión con otras estructuras subyacentes y, por análisis complementario, puede permitir detectar y cuantificar eventuales daños o discontinuidades.

20 En el caso de una canalización, unos daños pueden proceder de una mala coherencia del terreno que la encierra, alrededor de la canalización, si es que este, en lugar de estar uniformemente soportado y de una cierta manera resistente, presenta unas zonas en la que solo su sección participa en la resistencia. Estas zonas presentan entonces una respuesta vibratoria diferente de la de las zonas en las que el terreno que la tierra aporta una masa resistente complementaria. De esta manera, se pueden detectar unos vacíos detrás de una pared por la puesta en evidencia de las zonas que "suenan a hueco".

25 El módulo autónomo 30 puede contener ventajosamente un medio susceptible de detectar dichas zonas de discontinuidad por análisis de la respuesta vibratoria de la pared de la canalización.

30 Por ejemplo, puede emitirse una onda de choque por el módulo autónomo en dirección a la pared de la canalización mediante un dispositivo del tipo al utilizado para la fragmentación de cálculos. Un elemento sensible a la vibración de retorno de tipo cerámica piezoeléctrica puede registrar además estas características. Esta emisión-recepción puede hacerse periódicamente en el tiempo o en la distancia recorrida o bien bajo una orden llegada al módulo autónomo.

35 El módulo autónomo 30 puede también comprender, por ejemplo en su cuerpo 39, unos medios de medida de la presión estática en la canalización. La medida de la presión total puede permitir, en el modelo de funcionamiento de un tubo de Pitot, estimar la velocidad del módulo autónomo con relación al fluido y a la presión absoluta de este.

40 Esta información acoplada a unas medidas de velocidad del fluido y a unas medidas de posición en la canalización puede permitir establecer por cálculo el perfil a lo largo de la canalización (elevación de la canalización).

Podría permitir principalmente detectar malos perfiles consecutivos de una mala posición de la canalización, o unos hundimientos de la canalización, que son problemas estructurales que afectan grandemente a la vida útil de la canalización.

45 El módulo autónomo 30 puede también comprender, por ejemplo en su cuerpo 39, uno o varios magnetómetros capaces de detectar la presencia de elementos magnéticos por ejemplo de acero, tales como juntas o válvulas.

50 Estas medidas, fechadas y memorizadas, pueden permitir a continuación localizar estas particularidades de la canalización o de la red de canalizaciones en abscisas curvilíneas.

De ese modo, con los medios de medida ventajosamente integrados en el módulo autónomo, es posible, mediante una puesta a cero temporal y posteriormente lineal de todos los datos, conocer para la o las canalizaciones en el interior de las que se desplaza el módulo autónomo:

- 55 - las características geométricas de la o de las canalizaciones (diámetro, ovalización, ensuciamiento, incrustaciones), con una precisión dependiente del número de sonares; y/o
- las características de rugosidad interna y en particular el encaje de elementos de canalización; y/o
- 60 - el trazado en planta y en elevación de la o las canalizaciones; y/o
- la presencia de elementos magnéticos en la o las canalizaciones; y/o
- la presión en diversos puntos de la o las canalizaciones; y/o
- 65 - la velocidad de circulación en diversos puntos de la o las canalizaciones (por composición de la velocidad del

módulo autónomo y de la medida de presión y el conocimiento de la sección).

La obtención de otras informaciones es por supuesto igualmente concebible.

5 Como ya se ha mencionado anteriormente, el módulo autónomo 30 puede comprender, por ejemplo en el seno de su cuerpo 37, unos medios de emisión y/o de recepción de señales por ejemplo sonoras.

10 Ventajosamente, el módulo autónomo 30 integra unos medios de recepción y de comprensión de señales de órdenes procedentes del punto de acceso. Estas señales pueden ser señales sonoras, electromagnéticas (por ejemplo radio) u otras.

15 A título de ejemplo, al punto de acceso 8 puede incluir un emisor de señal sonora en el fluido 28. El sonido emitido tiene un contenido en frecuencia específico de la orden con la que se le asocia, de manera que la orden sea unívoca cuando es recibida por el módulo autónomo y no sea comparable con cualquier otro sonido resultante de una fuga o de la gestión de la red (circulación, golpe de ariete, etc.).

Las órdenes pueden referirse, por ejemplo, a:

- 20 - un cambio de dirección o de altitud; y/o
- una petición de emisión de sonido específico desde el módulo autónomo; y/o
- un aumento de la potencia de emisión desde el módulo autónomo; y/o
- 25 - un cambio de las condiciones de registro.

Se pueden concebir igualmente por supuesto otras informaciones. De ese modo, puede concebirse cualquier información susceptible de modificar el modo de funcionamiento en curso del módulo autónomo.

30 A continuación de la recepción de una orden, el módulo autónomo puede eventualmente enviar de vuelta una señal sonora de acuse de recibo. Se puede estar así seguro de que la orden emitida se ha recibido correctamente y por tanto, a priori, ejecutado.

35 La recepción del sonido de un emisor de referencia por el módulo autónomo puede permitir igualmente el recalibrado de su avance.

Pueden instalarse otros emisores de vez en cuando sobre o en la canalización.

40 Los medios de recepción de señales sonoras pueden ser los mismos que los medios de adquisición de datos utilizados para detectar una fuga u obtener otras informaciones con relación a la canalización. Un mismo micrófono puede cumplir por ejemplo estas dos funciones. Como variante, estos medios pudieran ser distintos.

45 Ventajosamente, el módulo autónomo 30 integra unos medios de emisión de señales. Como para la recepción, las señales emitidas pueden ser señales sonoras, electromagnéticas (por ejemplo radio) u otras.

A título de ejemplo, las señales pueden ser unos sonidos característicos. Los medios de emisión se disponen por ejemplo de manera que los sonidos emitidos pueden interpretarse sin ambigüedad por un sistema de recepción.

50 Según un modo de funcionamiento, el o los sistemas de recepción se colocan en el interior de la canalización, por ejemplo cerca de un punto de acceso o a lo largo de un trazado de la canalización. Reciben por el canal acústico del fluido un bip regular emitido por el módulo autónomo.

55 Cuando el módulo autónomo avanza en la tubería, el sonido es recibido por un receptor situado cerca del punto de acceso por el que se ha introducido este módulo en la canalización, con unos intervalos de tiempos crecientes. Este aumento del tiempo es el resultado del alejamiento del módulo autónomo y permite medir la distancia del módulo autónomo al receptor (efecto Doppler). Este aumento puede ser también el resultado de la diferencia de velocidad de transmisión en el fluido.

60 Si estos intervalos de tiempo permanecen constantes, esto es que el módulo autónomo está bloqueado.

Si disminuye, esto corresponde a una disminución de la velocidad media del fluido entre el módulo autónomo y el receptor. Esta situación no puede producirse más que por una acción voluntaria (reducción del caudal) de un operario, que por otro lado es conocido y directamente interpretable.

65 Este análisis (verificación del intervalo de tiempo) puede constituir por tanto una información del buen avance / retorno del módulo autónomo, que puede ser complementaria o alternativa a la proporcionada por la medida del

desenrollado / enrollado del cable.

La señal por ejemplo sonora emitida por el módulo autónomo es ventajosamente característica de uno de sus estados. El funcionamiento es entonces similar al del envío de la orden mencionada más arriba. Este sonido es eventualmente tal que no puede confundirse con un bip de avance, por su contenido en frecuencia por ejemplo.

De ese modo, un sonido emitido por el módulo autónomo puede caracterizar:

- la buena recepción de una consigna; y/o
- la imposibilidad de completar esta consigna; y/o
- un estado simple; y/o
- una alerta sobre la capacidad de la batería; y/o
- una alerta sobre la capacidad de la memoria; y/o
- un atasco (por ejemplo según un algoritmo de autodiagnóstico); y/o
- un valor o una clase de fuerza de tracción sobre el cable.

Otras situaciones pueden dar lugar por supuesto a la emisión de un sonido característico.

Según otro modo de funcionamiento, ya mencionado más arriba, las señales por ejemplo sonoras emitidas por el módulo autónomo pueden ser percibidas desde el exterior de la canalización. Esto puede realizarse con ayuda de medios apropiados, tales como un micrófono que puede colocarse en el exterior de la canalización. Teniendo en cuenta la atenuación, el sonido es percibido entonces solamente en la proximidad del micrófono, en su aproximación o su alejamiento. En este caso, el micrófono constituye una referencia del avance.

El sonido puede ser seguido también desde el exterior de la canalización, por un operario que disponga de un micrófono móvil u otro sistema de recepción. En el caso de una canalización enterrada, si la emisión es bastante potente para atravesar las diferentes interfaces de la canalización y del terreno, puede entonces seguir el desplazamiento del módulo autónomo.

En este modo de funcionamiento igualmente, la señal, por ejemplo sonora, emitida puede consistir en un simple bip y/o ser característica de una información que el módulo autónomo desea transmitir.

Una vez que el módulo autónomo 1 (o 30) ha acabado su carrera en el interior de la canalización 4, por ejemplo porque el enlace mecánico 2 se ha soltado totalmente desde la bobina 5, se hace salir ventajosamente el módulo autónomo 1 (o 30) de la canalización 4.

Esta recuperación puede hacerse tirando del enlace mecánico 2, por ejemplo rebobinándole sobre la bobina 5, hasta que este módulo autónomo 1 (o 30) haya salido de la canalización 4 a través del punto de acceso 8. El dispositivo 7 mencionado más arriba puede contribuir a ejercer la tracción necesaria sobre el enlace mecánico 2. Durante el retorno, el enlace mecánico 2 está siempre tenso porque todas las fuerzas resultantes de los rozamientos, ya sea del enlace mecánico 2 sobre la canalización 4 o del fluido 28 sobre el enlace mecánico 2 se oponen a este movimiento.

Gracias a esta recuperación, el módulo autónomo 1 (o 30) puede reutilizarse posteriormente. Además, puesto que este módulo autónomo 1 (o 30) no permanece en el interior de la canalización 4, no hay riesgo de atascar esta última, ni eventualmente de contaminar el fluido 28 que contiene.

Durante la circulación del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4, en sentido inverso al flujo de fluido 28, por efecto de la tracción sobre el enlace mecánico 2, puede realizarse una adquisición y una memorización de datos según los mismos principios que los descritos más arriba. Se puede así disponer de una doble adquisición, según los dos sentidos de circulación del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4.

Por supuesto, podría implementarse una adquisición simple en un único de los dos sentidos de circulación del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4.

La longitud del enlace mecánico extraído de la canalización por tracción puede medirse con ayuda de medios apropiados que pueden ser o no los mismos que los medios de medida 6 descritos más arriba.

Una vez que el módulo autónomo 1 (o 30) ha salido de la canalización 4, puede efectuarse un análisis de los datos que ha adquirido y memorizado. Este análisis es por tanto posterior a la adquisición de los datos, contrariamente al análisis en tiempo real previsto por la solución Sahara descrita en la introducción.

Este análisis de los datos puede hacerse según técnicas tradicionales.

5 Cuando los datos adquiridos y memorizados son datos acústicos, este análisis posterior puede consistir por ejemplo en detectar unos sonidos característicos de una fuga de fluido en el seno de estos datos, tales como los sonidos que corresponden a una frecuencia particular.

10 Cuando los datos adquiridos y memorizados comprenden datos visuales, puede realizarse por ejemplo un análisis de la luz percibida.

10 Por supuesto, pueden concebirse otros tipos de análisis en función del modo de adquisición de los datos efectuado por el módulo autónomo 1 (o 30).

15 Cuando se ha utilizado un reloj interno 13 del módulo autónomo 1 sincronizado con un reloj externo como se ha descrito anteriormente, se está en condiciones de poner en correspondencia los diferentes eventos detectados con la ayuda de los datos adquiridos y memorizados y la posición geográfica del módulo autónomo 1 (que se ha obtenido por ejemplo por medición de la longitud del enlace mecánico 2 introducida en el interior de la canalización 4, con ayuda de la misma referencia temporal, como se ha descrito más arriba).

20 A continuación, puede realizarse una excavación de la zona de la canalización 4 en la que se ha detectado una fuga de fluido, con el fin de un análisis complementario por un operario y/o una reparación si esta se considera necesaria.

25 Pueden concebirse igualmente otras acciones según el tipo de informaciones recogidas con relación a la canalización considerada.

25 Se describirán a continuación diversas medidas opcionales para mejorar la circulación del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4.

30 Existen tres estados posibles del módulo autónomo 1 (o 30), cuando se sitúa en el interior de la canalización 4 que transporta el flujo de fluido 28.

35 En tiempo normal, el módulo autónomo 1 (o 30) avanza en el interior de la canalización 4, empujado por el flujo de fluido 28. En este caso, su velocidad absoluta es inferior o igual a la del fluido. En otros términos, su velocidad con relación al flujo es reducida.

35 Puede llegarse también a que el módulo autónomo 1 (o 30) no se mueva o no se mueva prácticamente, es decir que su velocidad absoluta se aproxime cero. Este comportamiento no es normal e indica que el módulo autónomo 1 (o 30) está probablemente bloqueado.

40 Este bloqueo puede ser debido a un obstáculo situado en el interior de la canalización 4, o bien a los rozamientos del enlace mecánico 2 cuya intensidad sobrepasa la fuerza resultante del empuje ejercido por el fluido 28. En este caso, la velocidad del módulo autónomo 1 (o 30) con relación al flujo 28 es negativa.

45 El módulo autónomo 1 (o 30) puede pasar del estado en el que avanza, empujado por el flujo de fluido 28, al estado en el que ya no se mueve bien de manera brusca, o bien después de una fase de transición en la que la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30) disminuye progresivamente.

50 Aparece un tercer estado cuando el módulo autónomo 1 (o 30) vuelve en sentido inverso al empuje del flujo de fluido 28, arrastrado por una tracción del enlace mecánico 2 desde el exterior de la canalización 4. En este caso, la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30) es relativamente grande, porque debe vencer la fuerza de empuje del flujo de fluido 28.

55 Si se razona en velocidad relativa al flujo de fluido 28, la velocidad (negativa) del módulo autónomo 1 (o 30) es mayor que en el estado en que el módulo autónomo 1 (o 30) está bloqueado.

55 En una primera aproximación, se puede considerar que la fuerza ejercida sobre el módulo autónomo 1 (o 30) depende de su coeficiente de forma, de su parte frontal (es decir de su superficie transversal) y del cuadrado de su velocidad con relación al flujo de fluido 28.

60 De ese modo, si el coeficiente de forma y la parte frontal del módulo autónomo 1 (o 30) no cambian, la fuerza ejercida sobre el módulo autónomo 1 (o 30) varía en función de su velocidad con relación al flujo de fluido 28. Esta fuerza es por tanto reducida cuando en el módulo autónomo 1 (o 30) avanza en el sentido del flujo de fluido 28. Aumenta si el módulo autónomo 1 (o 30) está bloqueado y, aún más, cuando el módulo autónomo 1 (o 30) vuelve en el sentido inverso al flujo de fluido 28.

65 Tomando unas medidas cuyos ejemplos se describirán a continuación, se puede hacer ventajosamente de manera

que la fuerza ejercida sobre el módulo autónomo 1 (o 30) sea reducida cuando avanza normalmente así como cuando vuelve en sentido inverso al flujo de fluido 28, y sea mayor cuando está parado. De esta manera, el módulo autónomo 1 (o 30) puede avanzar fácilmente en tiempo normal, pero igualmente cuando es tirado en sentido inverso al flujo de fluido 28. Además, la importancia de la fuerza ejercida sobre el módulo autónomo 1 (o 30) cuando está bloqueado, es de naturaleza tal que permita su desbloqueo.

En otros términos, el módulo autónomo 1 (o 30) se dispone, en este modo de realización, para que el flujo de fluido 28 le ofrezca una resistencia máxima cuando su velocidad es próxima a cero.

El gráfico de la figura 3 ilustra esta situación con ayuda de curvas trazadas en una referencia cuya ordenada corresponde a la resistencia pasiva del flujo de fluido 28 sobre el módulo autónomo 1 (o 30), expresada en newtons, y cuya abscisa corresponde a la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30), expresada en metros por segundo.

Los valores positivos de la velocidad corresponden a una progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4, en el sentido del flujo de fluido 28, mientras que los valores negativos de esta velocidad corresponden a una progresión en sentido inverso.

Las curvas de la figura 3 se han obtenido utilizando la expresión siguiente de la resistencia pasiva R del flujo de fluido 28 sobre el módulo autónomo 1 (o 30):

$$R = 1/2.Cx.d.S.V^2,$$

en la que Cx designa el coeficiente de tracción del módulo autónomo 1 (o 30), d designa la densidad del fluido 28, S designa el frontal del módulo autónomo 1 (o 30) y V designa la velocidad relativa del módulo autónomo 1 (o 30) con relación al flujo de fluido 28.

Para trazar las curvas de la figura 3, se han utilizado unos valores típicos de los diferentes parámetros mencionados en la fórmula anterior.

Se observará también que la velocidad Va utilizada en la figura 3 es la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30), por oposición a la velocidad relativa V con relación al flujo de fluido 28 mencionada en la fórmula anterior. Por otra parte, cuando el flujo de fluido 28 tiene una velocidad sustancialmente constante, las velocidades absoluta Va y relativa V del módulo autónomo 1 (o 30) se corresponden, a cerca de esta velocidad del flujo de fluido 28.

La curva 17 representa la resistencia opuesta por el flujo de fluido 28 a la progresión del módulo autónomo 1 (o 30), en ausencia de cualquier medida particular. Esta resistencia es tanto mayor cuanto más rápido avance el módulo autónomo 1 (o 30) en un sentido inverso al del flujo de fluido 28. A la inversa, es tanto más reducida a medida que la velocidad del módulo autónomo 1 (o 30) aumenta en el sentido del flujo de fluido 28, hasta anularse cuando la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30) alcanza la velocidad Vf del flujo de fluido.

La curva 18, por su parte, corresponde a un módulo autónomo dispuesto según el modo de realización ventajoso mencionado más arriba.

Esta curva 18 hace aparecer una resistencia R decreciente a medida que aumenta la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30), hasta anularse cuando esta velocidad alcanza la del flujo de fluido Vf (parte " + " de la curva 18). Esto se traduce en una resistencia relativamente reducida cuando el módulo autónomo 1 (o 30) avanza normalmente en el interior de la canalización 4.

Del otro lado de la curva (parte " - " de la curva 18), se constata también una resistencia relativamente reducida para unos valores negativos de la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30).

Cuando la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30) es próxima a cero (parte intermedia " 0 " de la curva 18), la resistencia R es mayor. Alcanza incluso su máximo cuando Va es igual a cero, es decir cuando el módulo autónomo 1 (o 30) está inmóvil.

Las curvas 17 y 18 se dan a título únicamente ilustrativo. En particular, su naturaleza continua no es limitativa, pudiendo concebirse igualmente unos valores discretos de la resistencia R en función de la velocidad Va. Igualmente, los valores llevados sobre la referencia varían según las características del sistema y de ciertas hipótesis, y no constituyen por tanto ninguna limitación.

Existen numerosas maneras de obtener el comportamiento simbolizado por la curva 18 más que por la curva 17, para un módulo autónomo 1 (o 30).

Según un primer medio, el módulo autónomo 1 (o 30) se dispone para presentar una superficie transversal (frontal) con respecto al flujo de fluido 28 máxima cuando su velocidad es próxima a cero.

Esto puede realizarse mediante el desplazamiento del módulo autónomo 1 (o 30) con relación a un eje longitudinal de la canalización 4. Alternativa o complementariamente, este comportamiento puede obtenerse mediante una modificación de la forma del módulo autónomo 1 (o 30).

5 Las figuras 4a a 4e presentan un ejemplo de configuración del módulo autónomo 1 (o 30) que permite obtener un comportamiento correspondiente a la curva 18 de la figura 3. Las diferentes figuras corresponden a situaciones en las que varía la velocidad del módulo autónomo 1 (o 30).

10 Esta configuración consiste en unir el módulo autónomo 1 (o 30) al enlace mecánico 2 por medio de un aro rígido 15 y de un resorte de reposición 16 cuyo papel es arrastrar al módulo autónomo 1 (o 30) en la posición mostrada en la figura 4a. La fuerza ejercida por el resorte de reposición puede vencerse sin embargo por una fuerza contraria suficiente.

15 En la figura 4a, se considera que el módulo autónomo 1 avanza normalmente en el interior de la canalización 4, a una velocidad V_1 inferior o igual a la del flujo de fluido 28. En esta situación, la superficie transversal S_1 con respecto al flujo de fluido 28 es igual a la altura del módulo autónomo 1. Esta superficie es entonces mínima.

20 En la figura 4b, el módulo autónomo 1 pierde velocidad, por ejemplo como consecuencia de rozamientos que se producen entre el enlace mecánico 2 y el interior de la canalización 4. La velocidad V_2 del módulo autónomo 1 es entonces inferior a la velocidad V_1 que tenía en la etapa anterior.

25 Esta disminución de la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 provoca el aumento de la resistencia del flujo de fluido 28 sobre el módulo autónomo 1, como aparece en la curva 18 de la figura 3. El aumento esta resistencia desea, es de tal naturaleza que vence la fuerza del resorte 16, lo que provoca un levantamiento del módulo autónomo 1. Este levantamiento puede por otro lado facilitarse utilizando por ejemplo una aleta con este fin.

30 El levantamiento del módulo autónomo 1 implica un aumento del coeficiente de forma y del frontal del módulo autónomo 1. La superficie transversal S_2 del módulo autónomo 1 con respecto al flujo de fluido 28 es entonces superior a S_1 .

Esto provoca un aumento de la fuerza de empuje ejercida por el flujo de fluido 28 sobre este módulo autónomo 1. La consecuencia es un aumento de la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 si esto es posible.

35 De ese modo, puede superarse el eventual rozamiento del enlace mecánico 2 con el interior de la canalización 4 y puede continuarse la progresión del módulo autónomo 1 (o 30) en el interior de la canalización 4 en el sentido del flujo de fluido 28.

40 La figura 4c corresponde a una situación de bloqueo del módulo autónomo 1 en el interior de la canalización 4. En este caso, la velocidad V_3 del módulo autónomo 1 es próxima a cero.

En esta situación, el módulo autónomo 1 se pone en posición vertical bajo el efecto del empuje ejercido por el flujo de fluido 28. Presenta entonces una superficie transversal S_3 máxima con respecto al flujo de fluido 28.

45 Esto corresponde una resistencia máxima del flujo de fluido 28, de acuerdo con lo que se ha descrito con referencia la curva 18 de la figura 3 (parte "0").

50 Esta situación provoca un empuje máximo sobre el módulo autónomo 1, que es de naturaleza tal que lo relance en su progresión, o bien de hacerle vascular el otro sentido como se describe a continuación con referencia la figura 4d.

La figura 4d corresponde en efecto a un caso en el que se ejerce una tracción sobre el enlace mecánico 2, con el objeto de hacer salir al módulo autónomo 1 de la canalización 4.

55 En este caso, la velocidad absoluta V_4 del módulo autónomo 1 ya no es próxima a cero. El módulo autónomo 1 bascula hacia la izquierda, ofreciendo así una sección transversal S_2 con respecto al flujo de fluido 28 más reducida. Como consecuencia, disminuye la resistencia del flujo de fluido 28 sobre el módulo autónomo 1.

60 En el curso del retorno del módulo autónomo 1, este último puede colocarse como se indica en la figura 4e. En este caso, la sección transversal S_1 con respecto al flujo de fluido 28 es de nuevo mínima y la resistencia opuesta es por tanto reducida.

Se facilita entonces la circulación del módulo autónomo 1 en el interior de la canalización 4, en sentido inverso al flujo de fluido 28.

65 Las figuras 5a-5e muestran otro tipo de disposición del módulo autónomo 1 que permite obtener un comportamiento correspondiente a la curva 18 de la figura 3.

En esta configuración, el módulo autónomo 1 incluye un cierto número de escamas elásticas 20, fijadas al cuerpo del módulo autónomo 1 por medio de resortes de reposición respectivos 19.

5 Se observará que podría utilizarse cualquier otro elemento de superficie, como complemento o sustitución de dichas escamas elásticas.

Debido al efecto de los resortes 19, las escamas 20 se colocan contra el cuerpo del módulo autónomo 1 cuando este módulo autónomo 1 se desplaza en el sentido del flujo de fluido 28 (figura 5a).

10 Estas escamas 20 se despliegan cuando disminuye la velocidad del módulo autónomo 1 (figura 5b). Se despliegan totalmente, y presentan por tanto una superficie máxima con respecto al flujo de fluido 28, cuando el módulo autónomo 1 tiene una velocidad próxima a cero (figura 5c).

15 Un retorno en sentido inverso del módulo autónomo 1 vence la fuerza de reposición de los resortes 19 y hace bascular las escamas elásticas en dirección al cuerpo del módulo autónomo 1 (figura 5d), hasta que estas escamas se colocan contra el cuerpo del módulo autónomo 1 (figura 5e).

20 Debido a esta disposición, la superficie transversal presentada por el módulo autónomo 1 con respecto al flujo de fluido 28 es máxima cuando la velocidad del módulo autónomo 1 es próxima a cero (figura 5c).

El módulo autónomo 30 provisto de escamas 43 que funcionan de manera similar aparece en las figuras 9a (escamas 43 colocadas contra el cuerpo del módulo autónomo 30) y 9b (escamas 43 desplegadas).

25 Según otro medio, del que se ilustra un ejemplo en las figuras 6a a 6c, el módulo autónomo 1 (o 30) puede adaptarse al comportamiento descrito con referencia a la curva 18 de la figura 3, mediante el uso de medios hidráulicos de distribución de fluido.

30 En el ejemplo ilustrado, el módulo autónomo 1 comprende unos pasos 25 para el fluido 28, dispuestos en el cuerpo 23 del módulo autónomo 1, así como un elemento de distribución móvil 22 colocado en un alojamiento 24 del módulo autónomo 1.

35 En la figura 6a, la velocidad del módulo autónomo 1 es próxima a la del flujo de fluido 28. En esta situación, el elemento de distribución 22 está en una posición en la que deja abiertos los pasos 25.

En la figura 6b, la velocidad del módulo autónomo 1 disminuye con relación a la figura 6a. El elemento de distribución móvil 22 es empujado hacia la izquierda contra el resorte 21, por efecto de la fuerza ejercida por el flujo de fluido 28.

40 En esta nueva posición, el elemento de distribución móvil 22 cierra todo o parte de los pasos 25. Da como resultado un nuevo aumento del empuje, lo que provoca un aumento de la velocidad absoluta del módulo autónomo 1 (o 30). Esto puede eventualmente implicar un desbloqueo del módulo autónomo 1 (o 30) si hay necesidad.

45 En la figura 6c, el módulo autónomo 1 es tirado en el sentido inverso al flujo de fluido 28, lo que provoca un nuevo desplazamiento del elemento de distribución móvil 22 hacia la izquierda. En esta situación, los pasos 25 están abiertos de nuevo, implicando así una disminución de la resistencia del flujo de fluido 28 sobre el módulo autónomo 1.

50 Por supuesto, pueden concebirse otras medidas como sustitución o complemento de las que se acaban de describir para tener un comportamiento de acuerdo con la curva 18 de la figura 3, o cualquier comportamiento similar.

Ventajosamente, el enlace mecánico 2 en sí puede disponerse para limitar las fuerzas de rozamiento con el fluido 28 y/o con el interior de la canalización 4. Esto permite aligerar el módulo autónomo 1 (o 30) del peso del que ha de tirar.

55 Para hacer esto, el enlace mecánico 2 puede estar dotado de medios para que el flujo de fluido 28 le ofrezca una resistencia máxima cuando su velocidad de desplazamiento en el interior de la canalización 4 es próxima a cero.

60 Dichos medios pueden ser idénticos o similares a los que se han descrito más arriba para el módulo autónomo 1 (o 30).

De ese modo, en las figuras 7a y 7b, el enlace mecánico 2 está dotado por ejemplo de elementos de superficie 27, tales como una forma flexible plegada contra el enlace mecánico 2 con la ayuda de un resorte 26. Dichos elementos de superficie 27 pueden disponerse en diferentes sitios a lo largo del enlace mecánico 2.

65 Cuando la velocidad del enlace mecánico 2 es no nula, ya sea por efecto de la progresión del módulo autónomo 1 (o

30) en el interior de la canalización 4 en el sentido del flujo de fluido 28 (figura 7a), o sea por la tracción del enlace mecánico 2 desde el exterior de la canalización 4 (figura 7c), estos elementos de superficie 27 permanecen sustancialmente contra el enlace mecánico 2 por efecto del resorte 26 o, por el contrario, porque la fuerza ejercida por este resorte se ha vencido.

5 Por el contrario, cuando la velocidad del enlace mecánico 2 es próxima a cero, por ejemplo porque el módulo autónomo 1 (o 30) al que está unido está bloqueado o por efecto del rozamiento con el interior de la canalización 4, los elementos de superficie 27 se despliegan (figura 7b), ofreciendo así una resistencia máxima al flujo de fluido 28. Gracias a esta forma desplegada, el empuje del flujo de fluido 28 sobre el enlace mecánico 2 aumenta y puede
10 eventualmente restablecerle la velocidad.

Una vez más, pueden concebirse por supuesto unas variantes de configuración del enlace mecánico 2.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para obtener informaciones con relación a una canalización (4) que transporta un flujo de fluido (28) y/o con relación al fluido, comprendiendo el sistema:
- 5
- un módulo autónomo (1; 30) en términos de registro de datos y de alimentación de energía, que comprende unos medios de adquisición (10) de datos cuyo análisis posterior permite la obtención de informaciones con relación a la canalización y/o al fluido y unos medios de memorización (11) de los datos adquiridos por dichos medios de adquisición de datos, disponiéndose el módulo autónomo para ser empujado por el flujo de fluido
 - 10 después de haberse introducido en el interior de la canalización y
 - un enlace mecánico (2) unido al módulo autónomo y accesible desde el exterior de la canalización, estando desprovisto dicho enlace mecánico de propiedades para transmitir datos adquiridos por el módulo autónomo hacia el exterior de la canalización y para suministrar energía al módulo autónomo desde el exterior de la canalización.
- 15
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende unos medios de emisión y/o de recepción de señales.
- 20
3. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende unos medios de medida de la fuerza de tracción entre el módulo autónomo y el enlace mecánico (2).
- 25
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende unos medios de detección de la posición con relación a al menos una pared interior de la canalización (4).
- 30
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende unos medios de desplazamiento en el sentido de la altura y/o de la anchura de la canalización (4).
- 35
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende uno al menos entre: una central de inercia, unos medios de medida de presión, unos medios de medida de velocidad y un magnetómetro.
- 40
7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende un reloj interno (13) sincronizado con un reloj externo situado en el exterior de la canalización (4) y que sirve de referencia temporal.
- 45
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) se dispone para que, después de haberse introducido en el interior de la canalización (4), el flujo de fluido (28) le ofrezca una resistencia variable en función de su velocidad relativa con relación al fluido.
- 50
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo autónomo (1; 30) comprende un sistema integrado de generación de corriente, por ejemplo una batería recargable.
- 55
10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el enlace mecánico (2) está dotado de medios para que, cuando está en el interior de la canalización (4), el flujo de fluido (28) le ofrezca una resistencia variable en función de su velocidad relativa con relación al fluido.
- 60
11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el enlace mecánico (2) tiene una longitud del orden de la decena de kilómetros.
- 65
12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además unos medios de empuje del enlace mecánico (2) en el interior de la canalización (4), dispuestos para vencer unas fuerzas resultantes de un rozamiento del enlace mecánico en el interior de la canalización.
13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende unos medios (6) para medir la longitud del enlace mecánico (2) introducido en el interior de la canalización (4) a medida que el módulo autónomo (1; 30) es empujado por el flujo de fluido (28) y/o unos medios para medir la longitud del enlace mecánico extraído de la canalización por tracción.
14. Procedimiento para obtener informaciones con relación a la canalización (4) que transporta un flujo de fluido (28) y/o con relación al fluido, con ayuda de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- introducir en el interior de la canalización, un módulo autónomo (1; 30) en términos de registros de datos y de alimentación de energía, que comprende unos medios de adquisición (10) de datos cuyo análisis posterior permite la obtención de informaciones con relación a la canalización y/o al fluido y unos medios de memorización

(11) de los datos adquiridos por dichos medios de adquisición de datos, uniéndose al módulo autónomo un enlace mecánico (2) accesible desde el exterior de la canalización, careciendo dicho enlace mecánico de propiedades para transmitir unos datos adquiridos por el módulo autónomo hacia el exterior de la canalización y para suministrar energía al módulo autónomo desde el exterior de la canalización; y

5 - adquirir unos datos con ayuda de dichos medios de adquisición de datos y memorizar dichos datos con ayuda de dichos medios de memorización, mientras el módulo autónomo es empujado por un flujo de fluido.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que las informaciones obtenidas con relación a la canalización (4) se refieren a la detección de una fuga en dicha canalización y/o a características de dicha canalización, tales como un diámetro, una ovalización, un ensuciamiento interno, una incrustación interna, una discontinuidad de una superficie interna de la canalización, una coherencia de un terreno de soporte, una abertura de juntas, un perfil en planta y/o en elevación, una presencia de un elemento magnético, una presión interna y/o una velocidad de circulación del fluido.

10

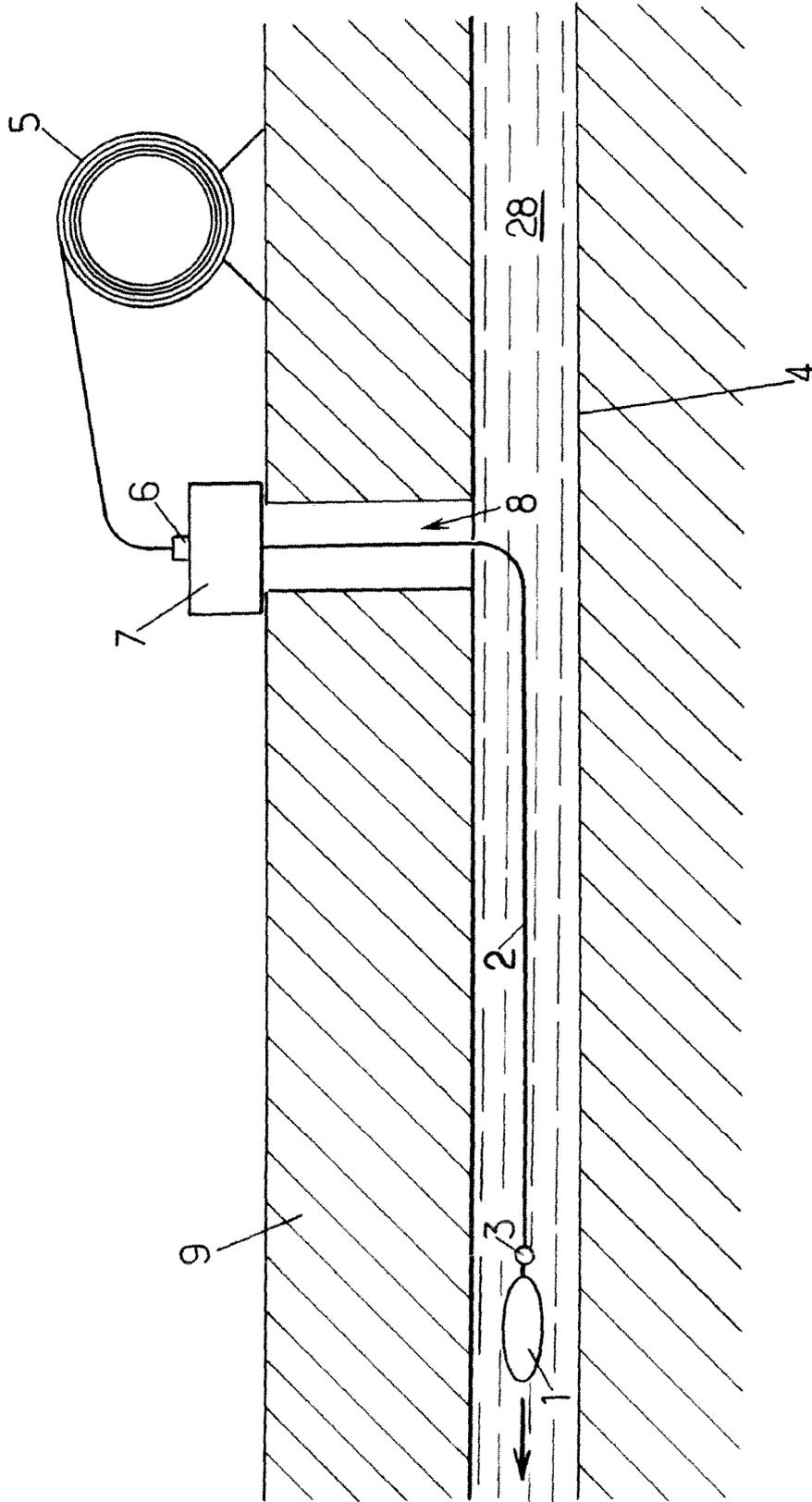


FIG.1.

FIG.2.

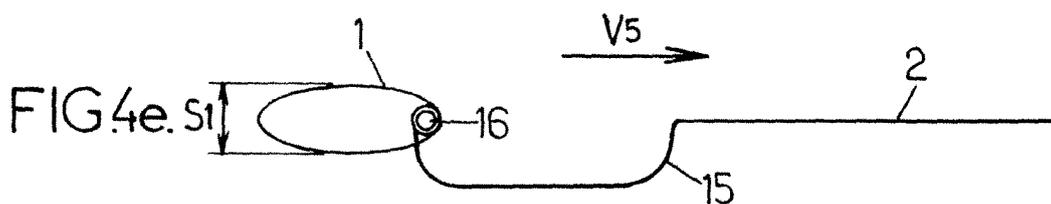
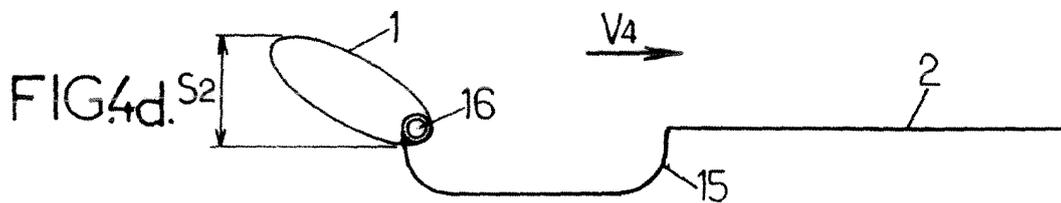
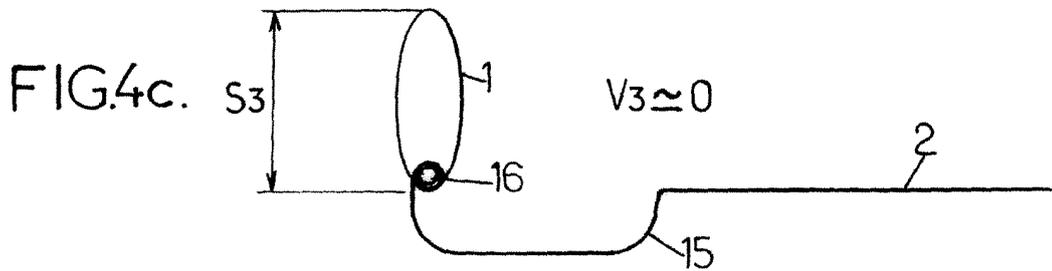
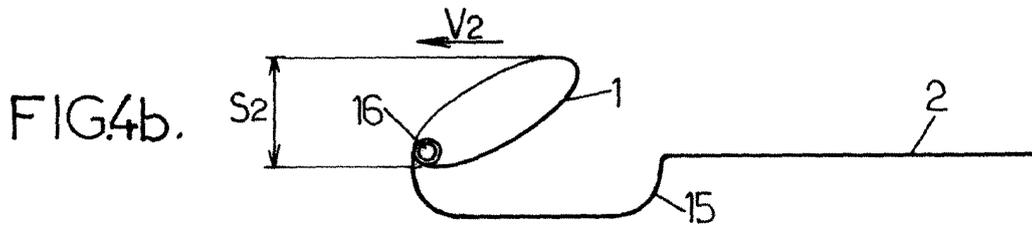
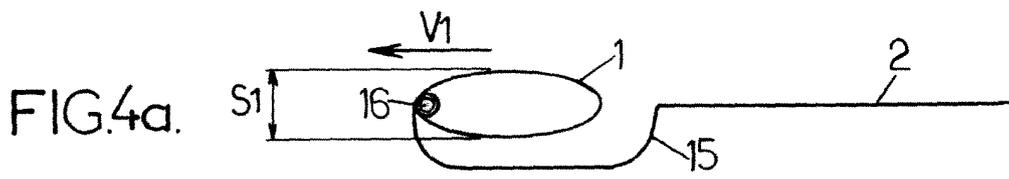
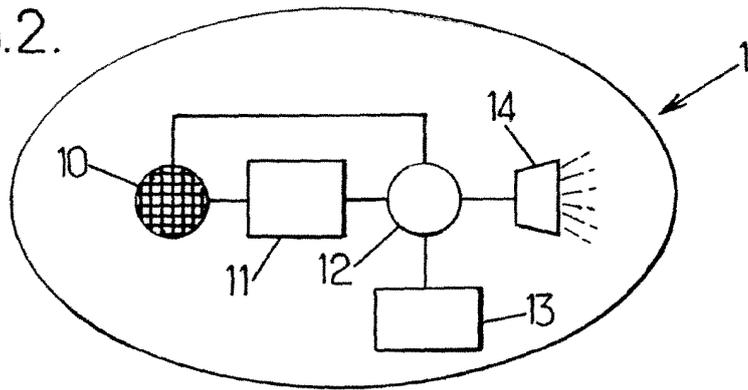
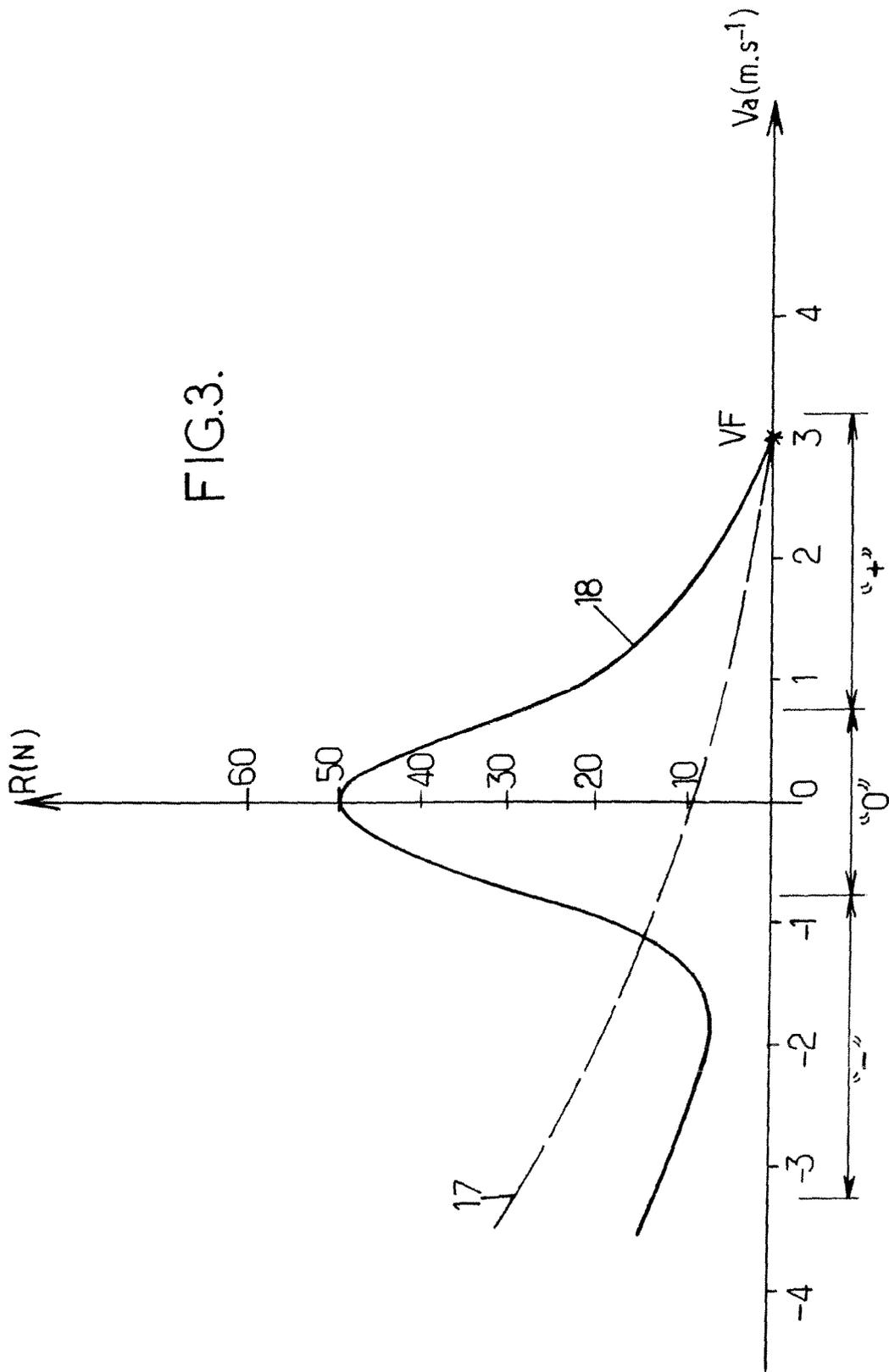
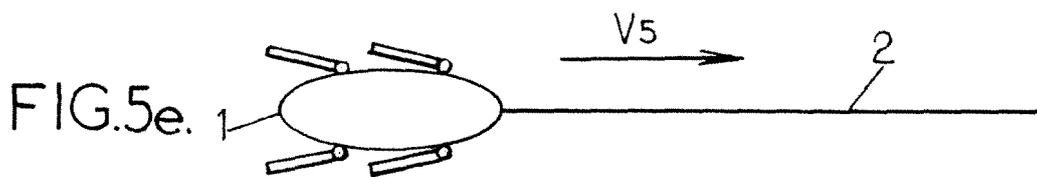
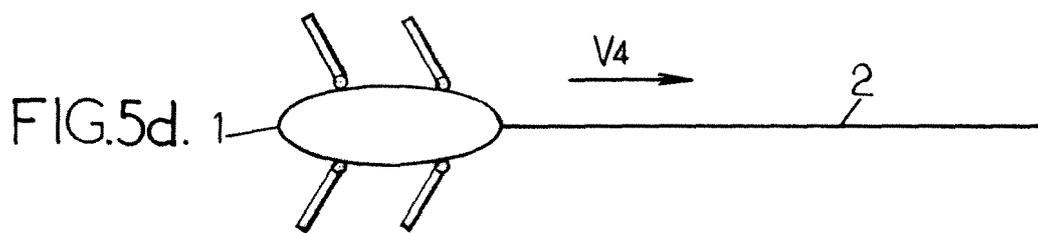
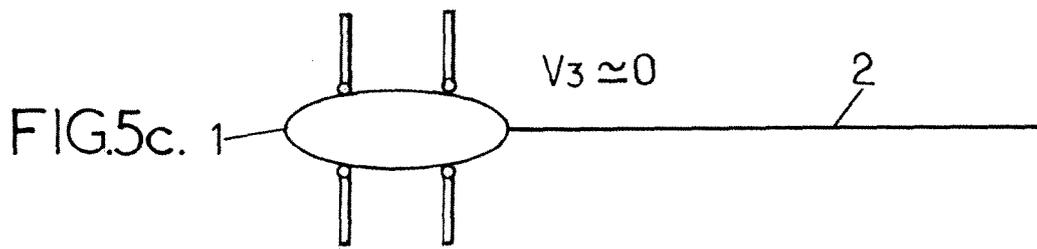
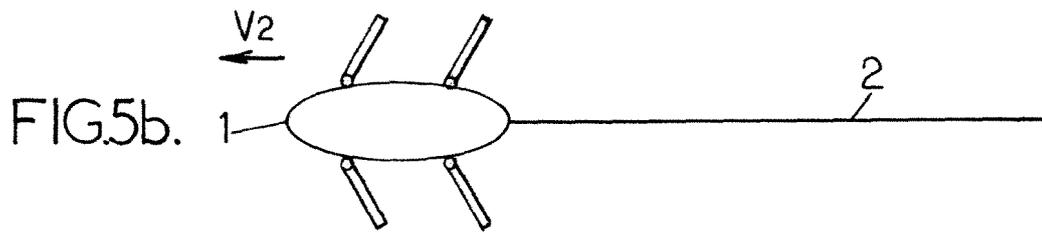
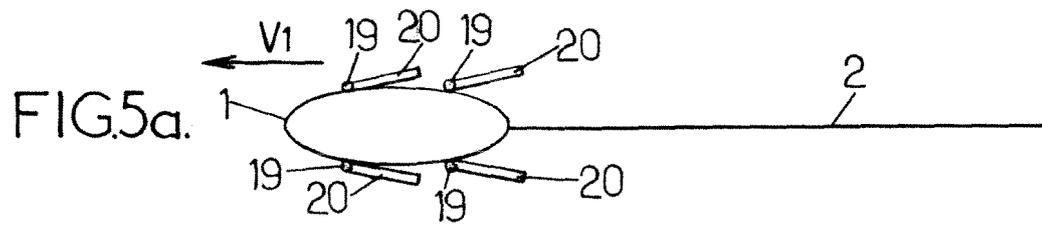
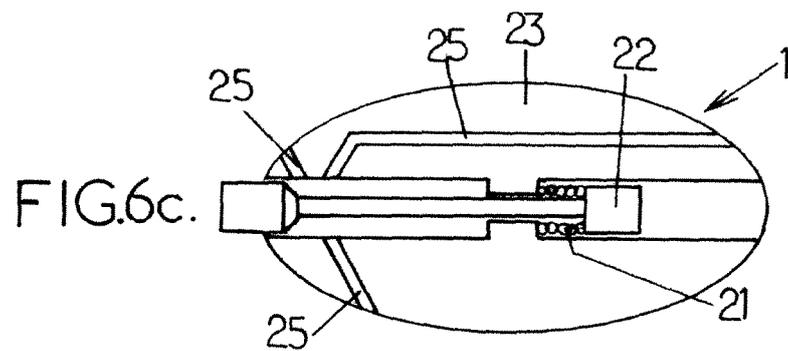
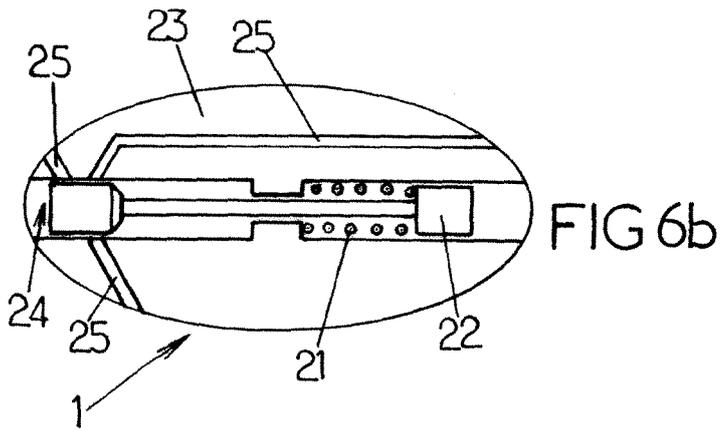
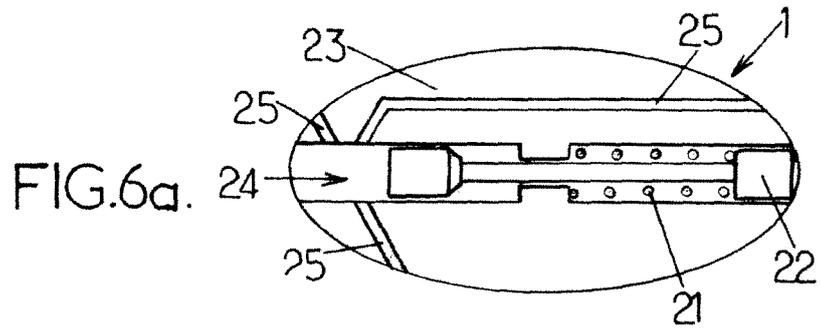


FIG.3.







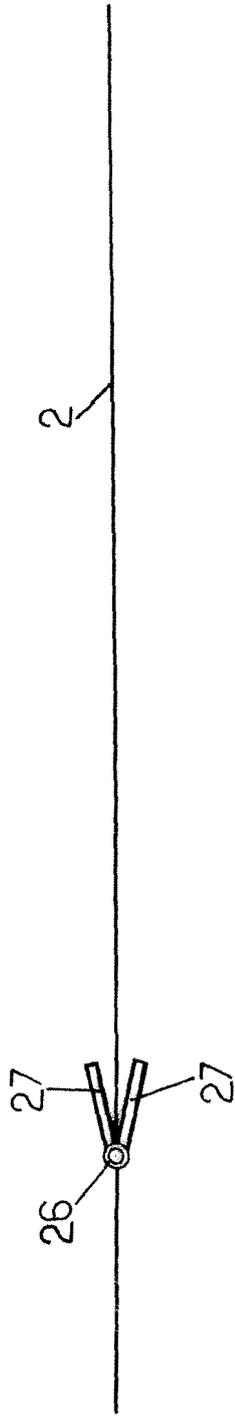


FIG. 7a.

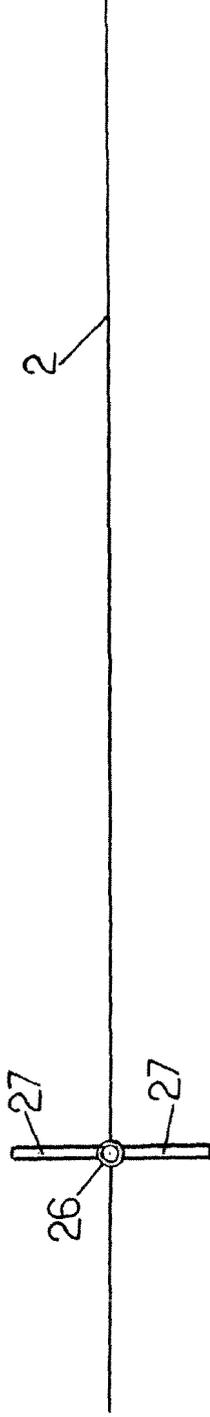


FIG. 7b.

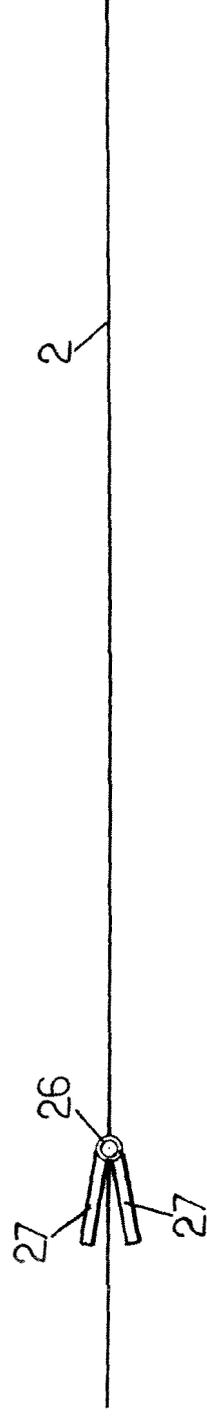


FIG. 7c.

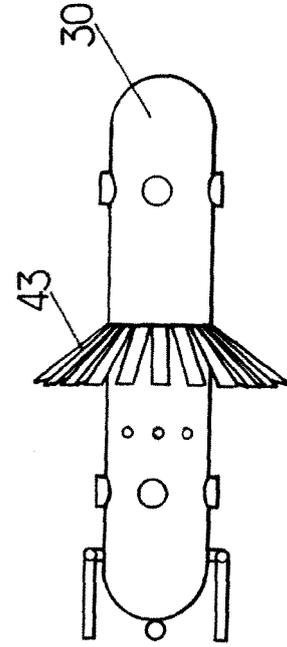
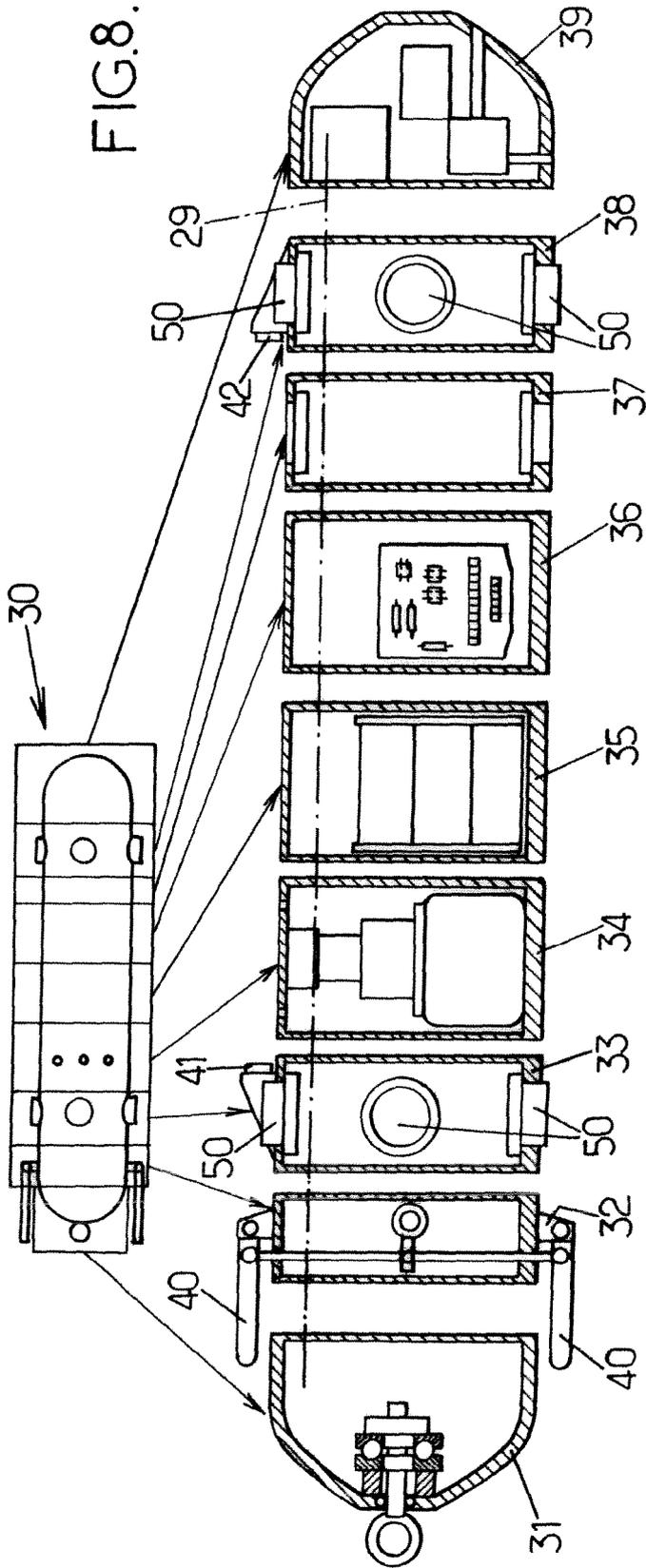


FIG.9b.

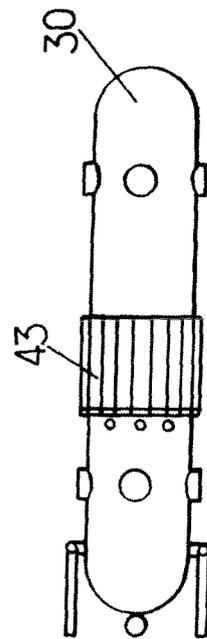


FIG.9a.

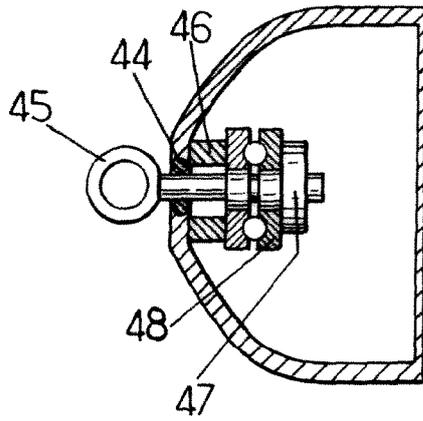


FIG. 10.

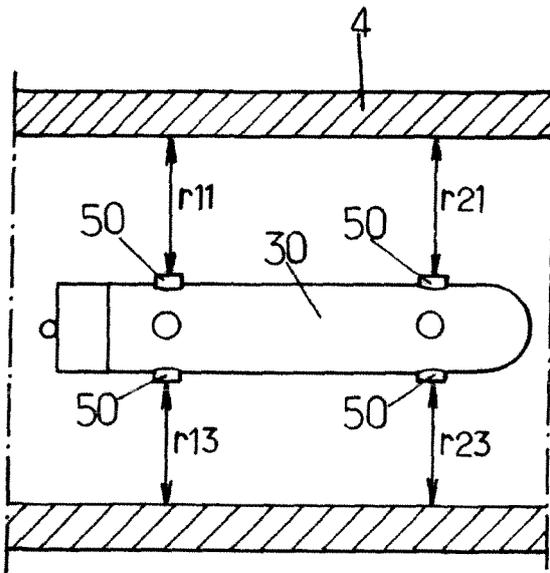


FIG. 11a.

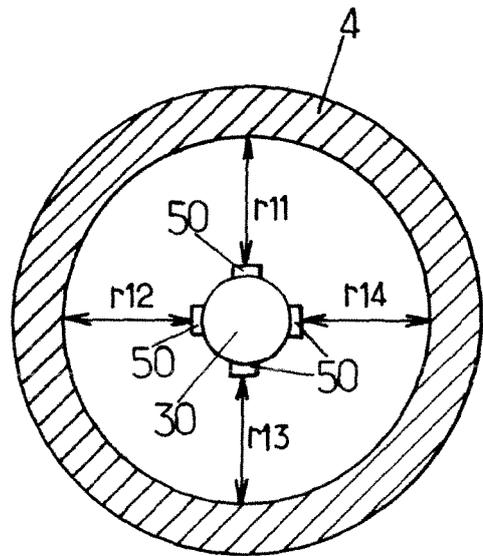


FIG. 11b.

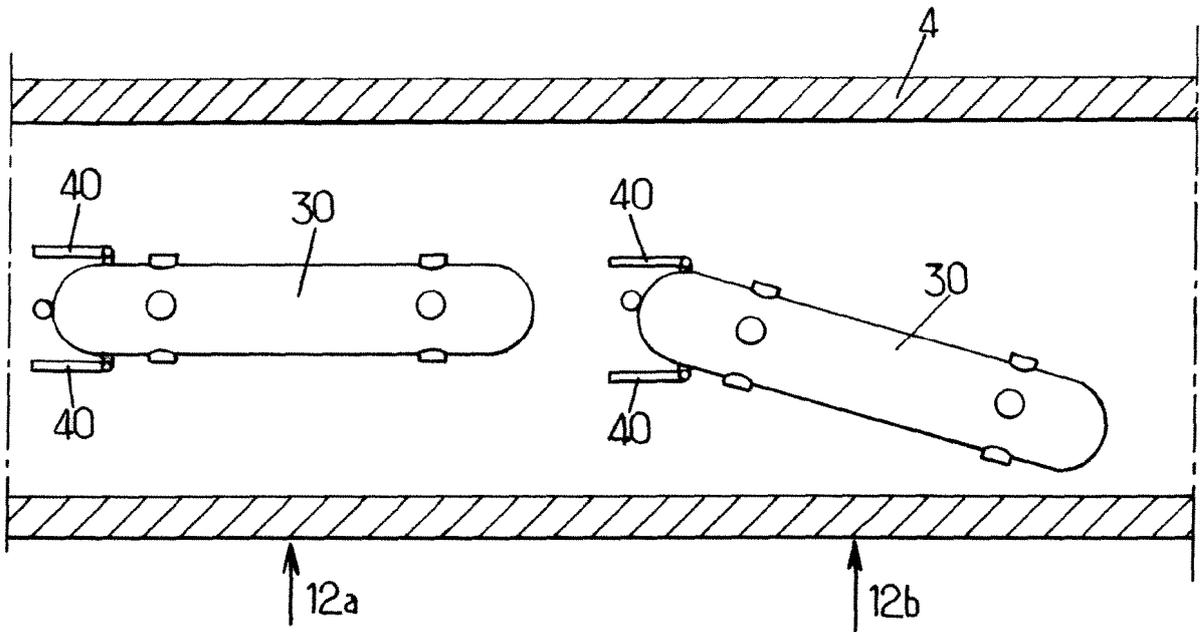


FIG. 12.

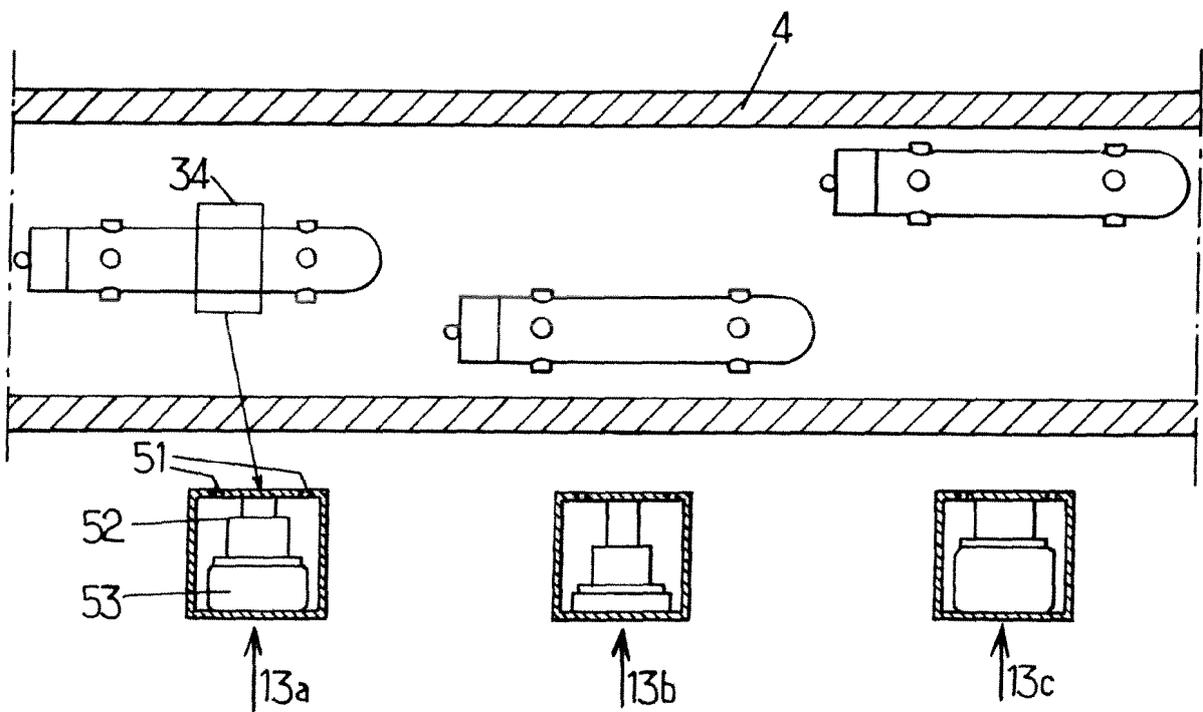
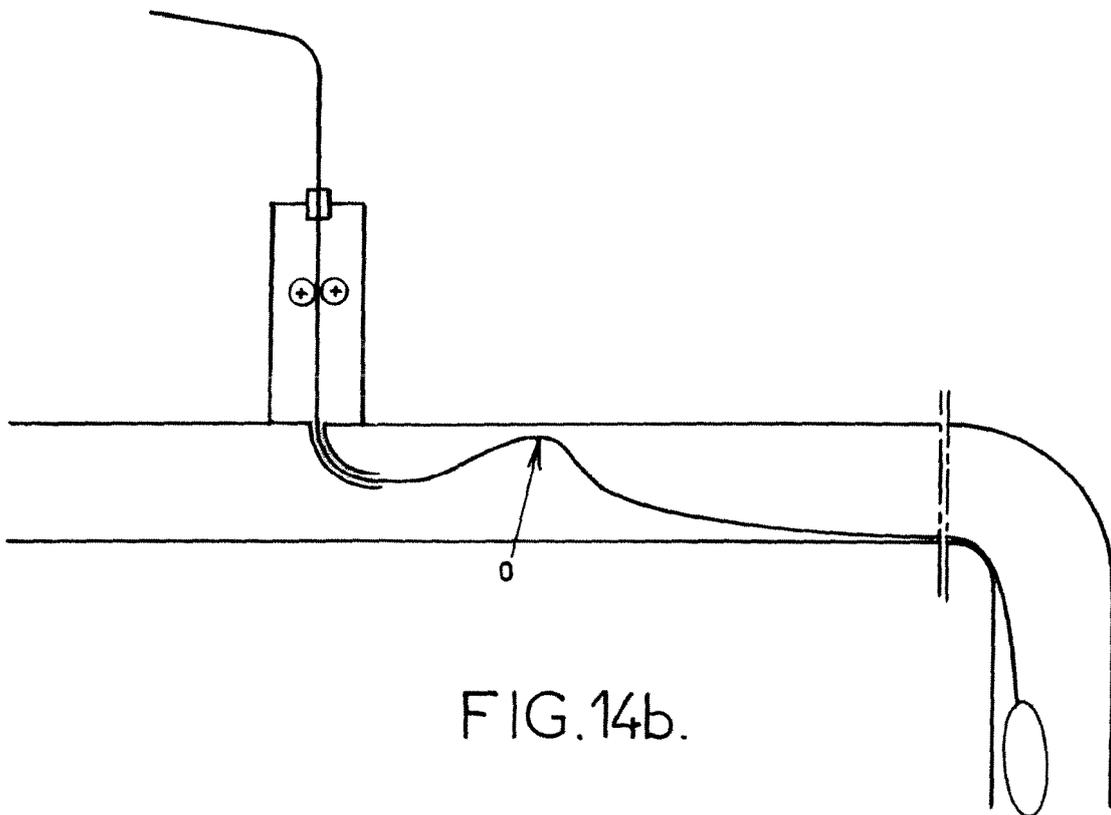
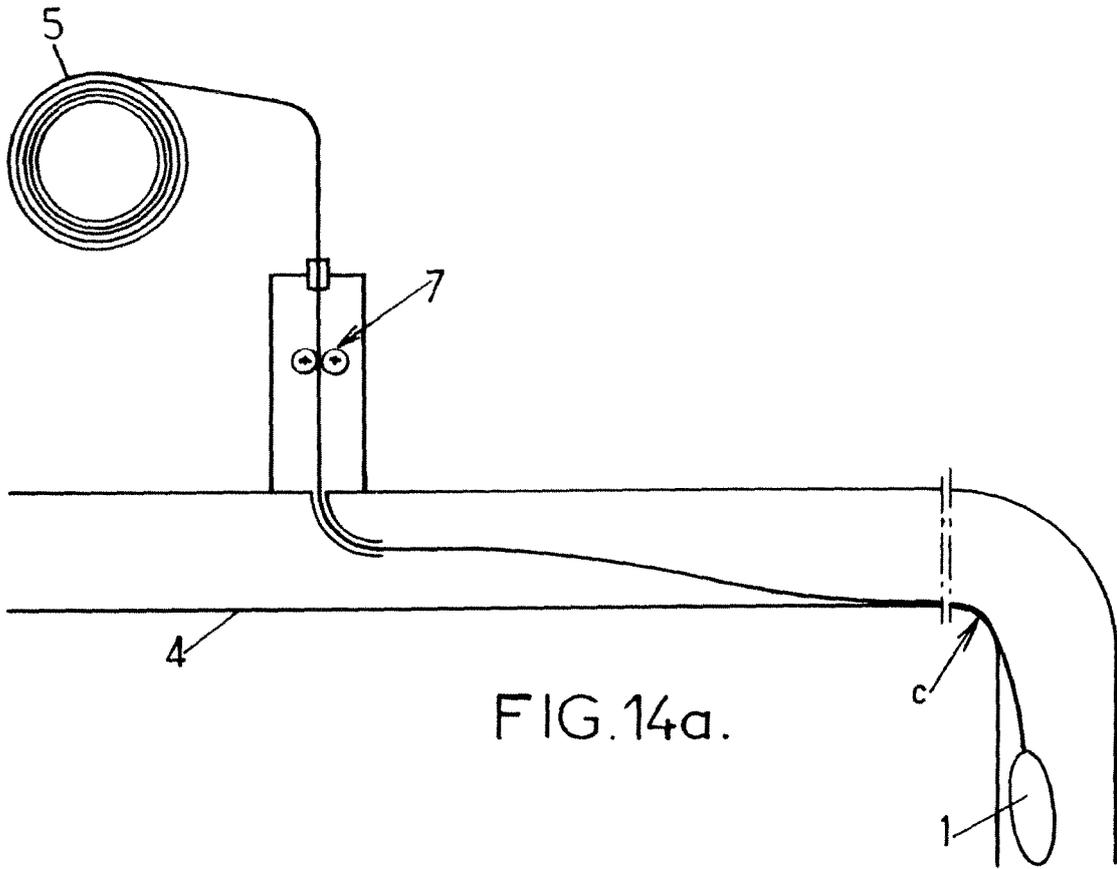


FIG. 13.



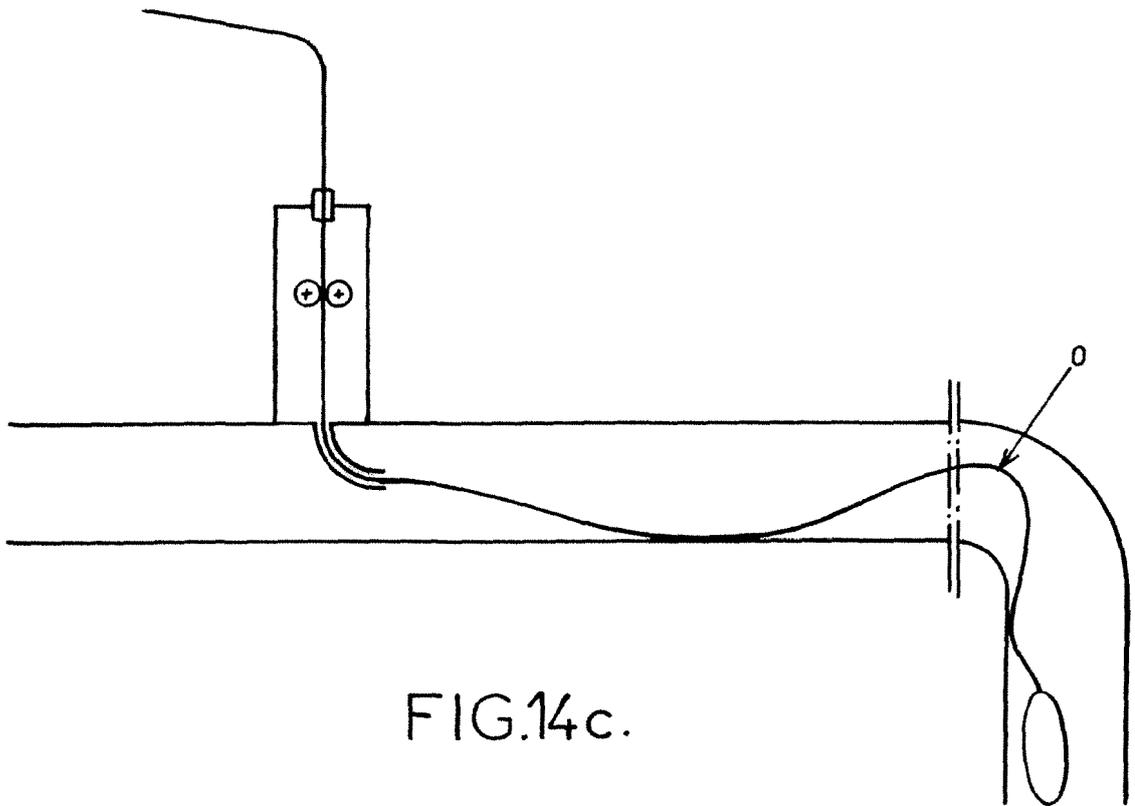


FIG.14c.

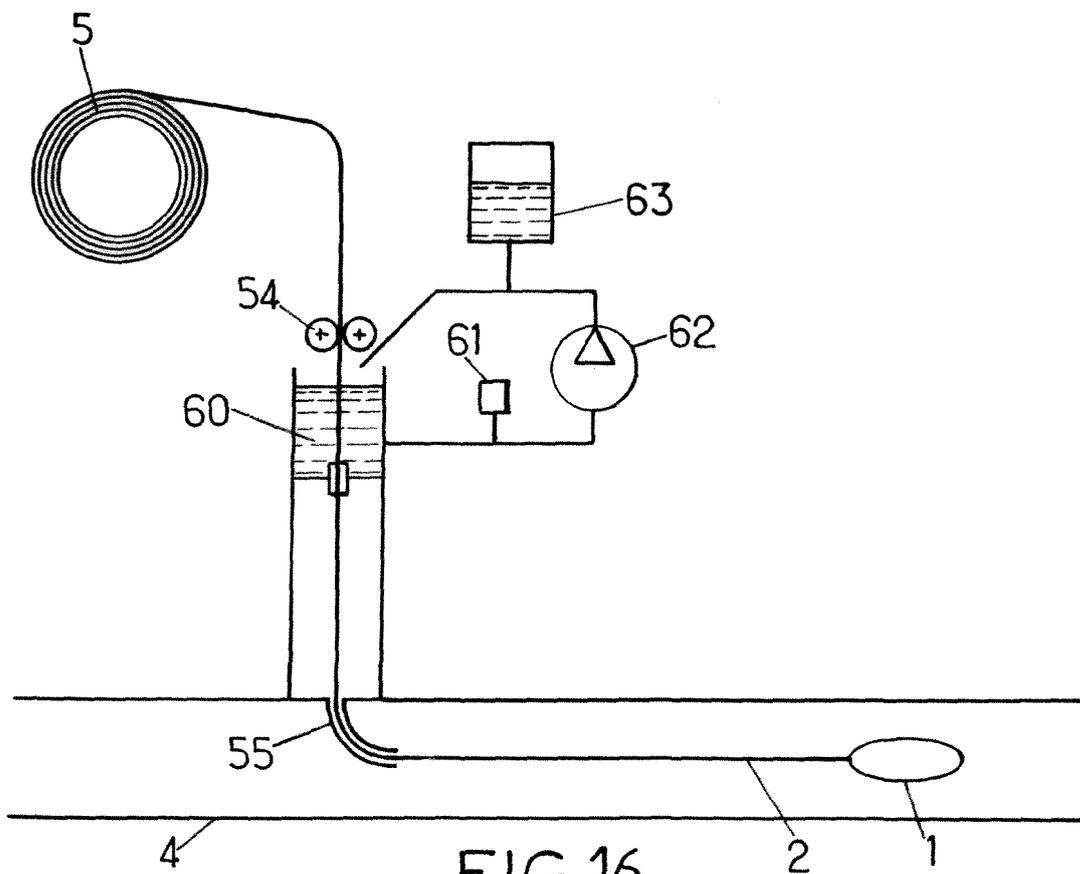
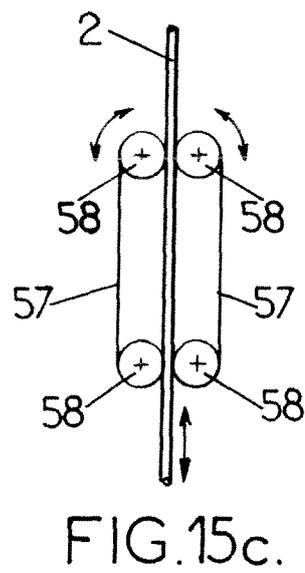
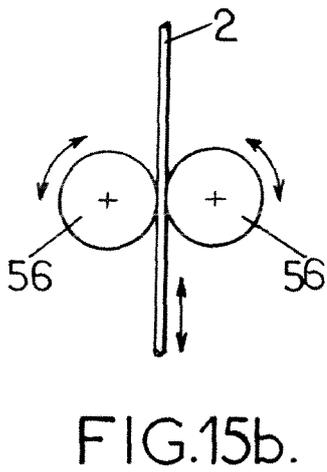
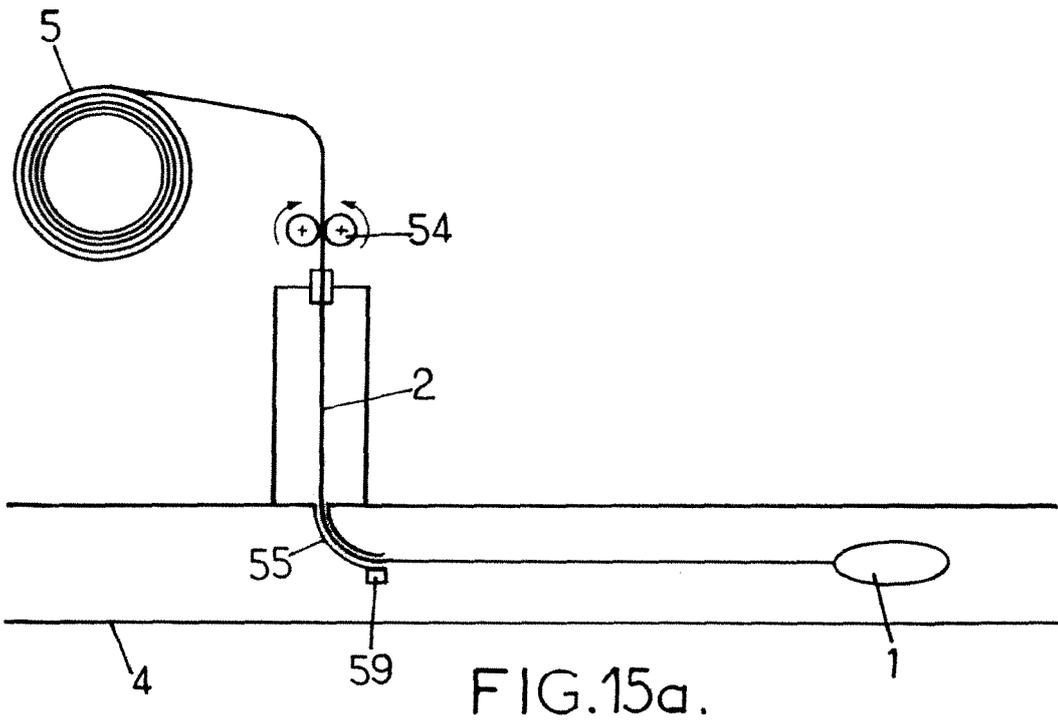


FIG.16.



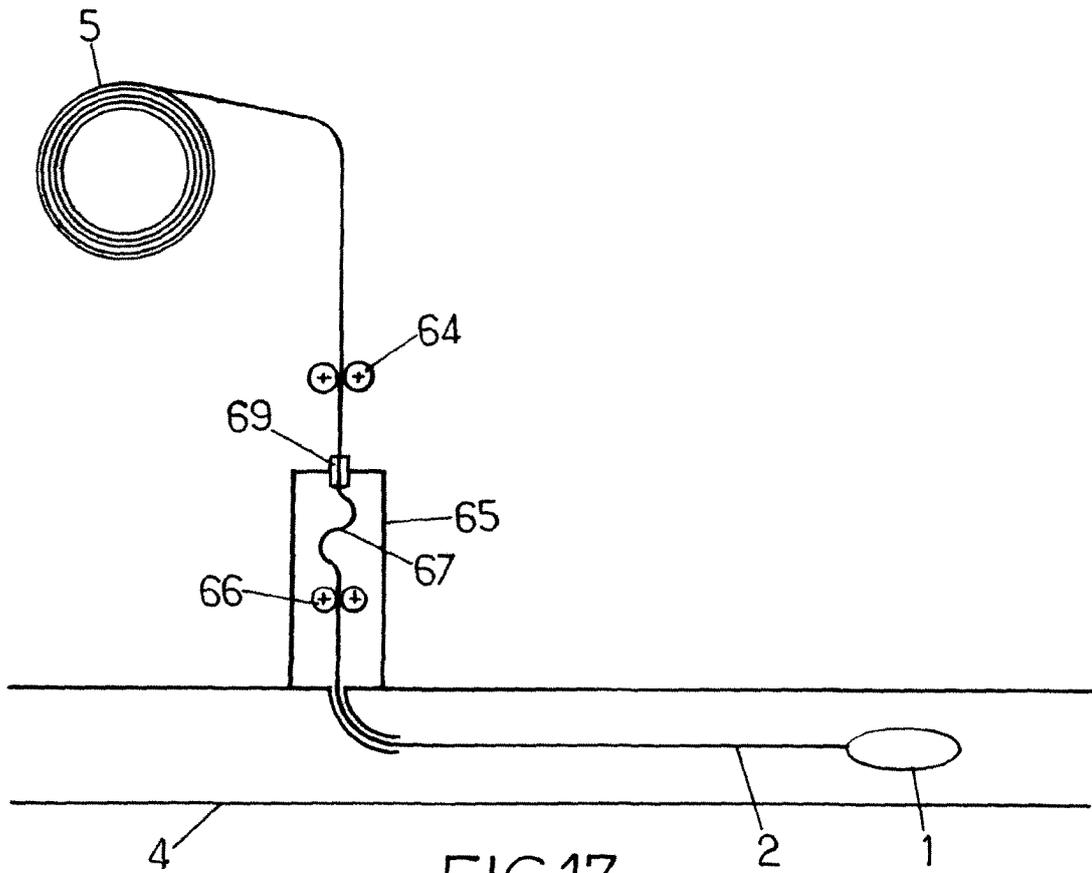


FIG.17.

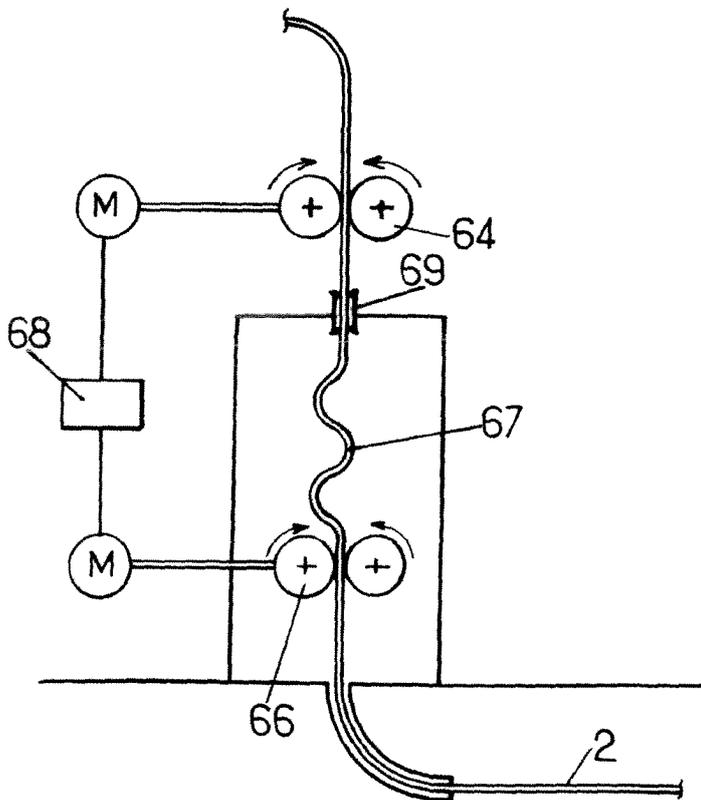


FIG.18.

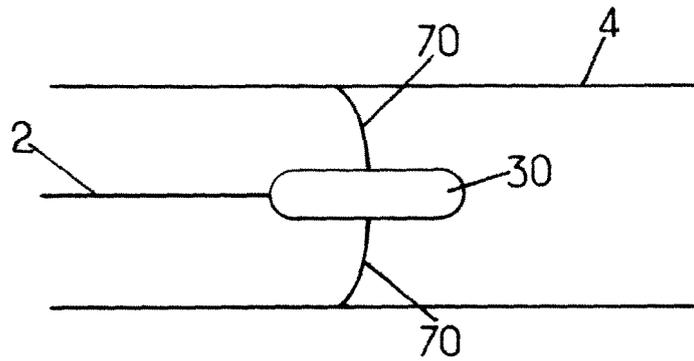


FIG.19.

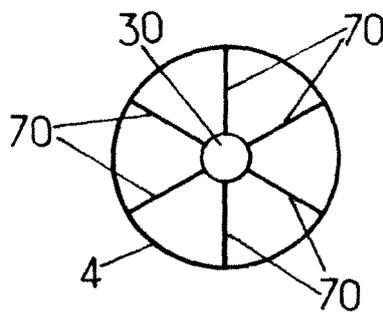


FIG.20.

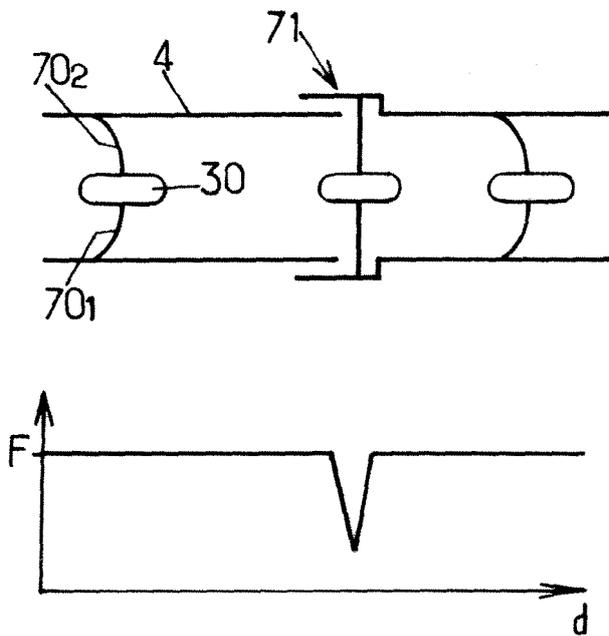


FIG.21.

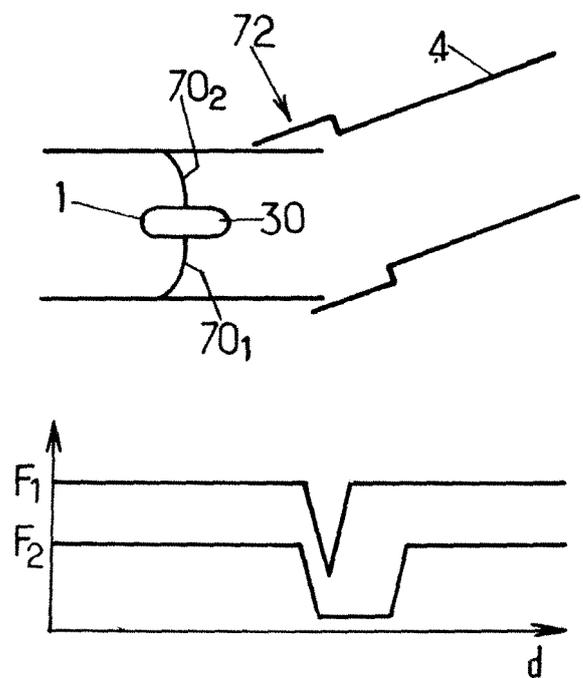


FIG.22.