

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 076**

21 Número de solicitud: 201590132

51 Int. Cl.:

F16L 7/02

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

30.04.2014

30 Prioridad:

05.07.2013 US 13/987153

43 Fecha de publicación de la solicitud:

31.03.2016

71 Solicitantes:

**BAIRD, Harold Russell (50.0%)
2896 Watchmans Walk
Marietta, GA 30064-1280 US y
ADLER, Jeffrey Scott (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BAIRD, Harold Russell y
ADLER, Jeffrey Scott**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ PRIETO, Ángel

54 Título: **DISPOSITIVO DE CONTENCIÓN, UBICACIÓN Y NOTIFICACIÓN EN TIEMPO REAL DE
DERRAMES DE FLUIDOS CON SENSOR A BASE DE CABLES**

57 Resumen:

En este documento se describe un dispositivo autónomo de contención de derrame de fluido para una tubería que tiene un conducto de transporte para el transporte de un fluido y un conducto de contención ubicado alrededor del conducto de transporte para definir un espacio intersticial para recibir el fluido derramado del conducto de transporte. El dispositivo incluye una barrera de fluido derramado para detener el flujo del fluido derramado. La barrera de fluido está ubicada en el espacio intersticial y se extiende entre el conducto de transporte y el conducto de contención. Un sensor de cable está asociado con el conducto de contención para detectar el fluido derramado que fluye en el conducto de contención.

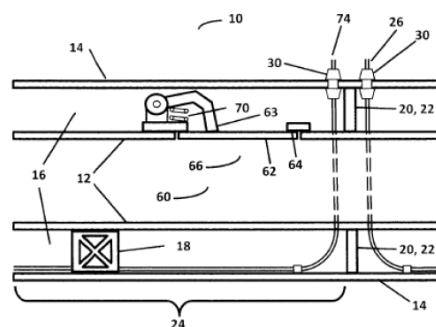


Figura 1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE CONTENCIÓN, UBICACIÓN Y NOTIFICACIÓN EN TIEMPO REAL DE DERRAMES DE FLUIDOS CON SENSOR A BASE DE CABLES

5

Campo técnico

El presente se refiere a la transportación de fluidos con el uso de tuberías, y más en particular a un dispositivo y sistema de contención, ubicación y notificación de tiempo real para uso con tuberías.

10

Antecedentes

La transportación en tuberías de fuentes de energía nunca ha sido tan importante para la infraestructura de energía y el consumo de las naciones en desarrollo. Nuestras economías y base de fabricación dependen en gran medida de la segura y oportuna provisión de energía que puede ser transportada a través de las tuberías en diferentes formas. Esta búsqueda de fuentes de energía ha hecho de la necesidad de las tuberías un componente inherente en nuestra sociedad debido a su capacidad de transportar económicamente grandes volúmenes de líquidos y gases. Del petróleo crudo al gas natural licuado, a aceite de alquitrán de arena: la entrega confiable de estas valiosas materias primas para procesamiento o uso inmediato nunca ha sido tan importante para llevar energía a nuestros hogares, negocios, pueblos, ciudades y naciones. El transporte de fuentes de energía a menudo se produce en grandes distancias por terrenos accidentados, entornos difíciles, tierras agrícolas importantes, valiosos ecosistemas, condiciones climáticas extremas, zonas hidrológicamente sensibles y regiones potencialmente inestables.

25

Sin embargo, un problema inherente con las tuberías de fuentes de energía es el impacto catastrófico que un derrame o fuga puede tener en nuestros ambientes, ecosistemas, seres humanos y vida silvestre. El riesgo a las valiosas reservas de agua que incluye pero no se limita a: los humedales, arroyos, ríos y acuíferos que en algunas circunstancias son la principal fuente de agua potable natural para grandes sectores de bases de población, es

30

inmensurable. Además, como resultado del rango de daños que pueden causarse debido a los materiales potencialmente tóxicos transportados, el daño puede persistir por años.

5 En el año 2007, había 259,105 kilómetros (161,000 millas) de tubería terrestre que transportaban materiales peligrosos (principalmente productos del petróleo) en los Estados Unidos. Entre 2007 a 2011, los incidentes de derrame significativo promediaron 117 por año y liberaron un promedio de 80,000 barriles de productos peligrosos al año en el medio ambiente para un derrame total de aproximadamente 400,000 barriles. Otros países y naciones en todo el mundo han experimentado sucesos similares de derrame por kilómetro
10 de tubería. Ahora hay una gran necesidad de un sistema de tubería que no sólo reducirá la gravedad y las ocurrencias de tales liberaciones, sino que al mismo tiempo y de forma autónoma activamente supervise una tubería para permitir que el propietario/operador pueda conocer en tiempo real precisamente en dónde y cuándo hay un problema, exactamente cuál es el problema en cualquier ubicación específica a lo largo de toda la tubería, y la respuesta
15 apropiada necesaria para afectar dicho problema. Lo que se necesita es un sistema de notificación de contención, autónomo, de auto-supervisión y activo.

Las tuberías seguras son la clave para avanzar en nuestro mundo dependiente de la energía. La mayoría de las tuberías petroquímicas existentes en uso se fabrican como
20 tuberías de pared simple, pueden estar enterradas o sobre la tierra y pueden tener un material aislante. Mientras que un tubo de pared simple tiene menores costos de construcción y reparación que un tipo de doble pared, los fallos del tubo de pared simple pueden liberar los materiales tóxicos transportados en los alrededores con resultados devastadores. Las liberaciones significativas pueden ocurrir antes de su detección,
25 resultando en daños catastróficos al ambiente, los seres humanos y la vida silvestre, así como en la pérdida de la buena voluntad, operaciones de limpieza costosas y litigios contra el propietario/operador de la tubería.

Un número de sistemas de detección de fugas de tuberías ha sido diseñado para abordar los
30 problemas mencionados, algunos de los cuales se describen a continuación.

La patente estadounidense 603(26)99 por Graeber et al utiliza un sistema de doble pared con un gas o líquido presurizado en el tubo de contención. Las fugas son detectadas por sensores de presión en los segmentos de tubo sellados y se establece una alarma visual o auditiva local. La intención del diseño es la distribución del combustible de gasolineras. Este diseño no es adecuado para tuberías largas debido al limitado tipo de sensores y la incapacidad de comunicarse a través de largas distancias.

La patente estadounidense 5433191 por McAtamney utiliza un sistema de pared dual zonificado por anillos anulares y detecta la presencia de líquidos incluyendo hidrocarburos mediante el uso de sensores capacitivos. Cada sensor está conectado a un panel común para indicaciones de alarma visual y auditiva local. La intención del diseño es un tanque de almacenamiento junto a una planta industrial. Este diseño no es adecuado para tuberías largas debido al limitado tipo de sensores y la incapacidad de comunicarse a través de largas distancias.

La patente estadounidense 6970808 por Abhulimen et al utiliza los parámetros de tubería general tales como flujo y presión en estaciones de supervisión a lo largo de la línea como entradas a los algoritmos de simulación y de análisis centrales para deducir cuándo un derrame ha ocurrido. Puesto que no se utiliza la medición directa en una situación de derrame, el método está sujeto a falsas alarmas tales como que un operador cambie la posición de una válvula y tiene precisión insuficiente para detectar fugas pequeñas pero significativas. Además, el método no tiene ninguna disposición para contención de derrames.

La patente estadounidense 7500489 por Folkers utiliza una tubería de doble pared con salmuera en el tubo del contenedor a una presión más alta que el tubo de transporte. Las cámaras de salmuera están conectadas a través de tubos a un depósito de gas-salmuera y las fugas son detectadas por un flotador en el depósito. Para minimizar los requerimientos de salmuera, el espacio intersticial es pequeño, pero esto hace que el ejemplo esté sujeto a las falsas alarmas de expansión y contracción del tubo de transporte debido a la presión del gas o líquido transportados en la tubería de transporte o a los cambios de temperatura. El uso de la salmuera también restringe el uso de los materiales del tubo de transporte a no corrosivos tales como fibra de vidrio. El uso de un líquido anticorrosivo tal como el glicol es un riesgo de

liberar material tóxico hacia el medio ambiente. El pequeño espacio intersticial también ofrece poca protección para el tubo de transporte contra daños accidentales del equipo de excavación.

5 La patente estadounidense (74)41441 por Folkers utiliza una tubería de doble pared con fluido hidráulico en el tubo del contenedor a una presión más alta que el tubo de transporte. Una rotura en el tubo de transporte causa una caída de presión del fluido hidráulico que se detecta. La tubería está segmentada por las estaciones de válvula que cierran el flujo de la tubería cuando se detecta la caída de presión. Este método no puede distinguir entre las
10 fugas del tubo de transporte y el tubo contenedor y tiene un gran potencial para que el líquido hidráulico se fugue al medio ambiente. El sistema no tiene ninguna disposición para reportar una fuga, y su capacidad de aislamiento se limita a la distancia entre las estaciones de válvula.

15 La patente estadounidense 64898(94) por Berg utiliza un vacío entre las tuberías interiores y exteriores y un colector de interruptor de vacío entre más de una sección de contenedor para determinar cuándo se ha producido una fuga. La patente se refiere a la técnica previa que no usaba un colector y por lo tanto era más costosa. La intención del diseño, a pesar del título, es para uso en tanques de almacenamiento, no en tuberías largas. El escalamiento del
20 enfoque de Berg (o cualquiera de sus enfoques de la técnica referenciados) a las tuberías típicas es engorroso en el mejor de los casos, y el enfoque de Berg proporciona poca información de aislamiento de fuga.

La patente estadounidense 6123110 por Smith et al., proporciona un método para rehabilitar
25 un tubo de pared simple en un tubo de doble pared introduciendo un nuevo tubo de diámetro más pequeño con espaciadores de tapón dentro del tubo existente. Los espaciadores proporcionan la instalación de un sistema de detección de fugas, ejemplos de los cuales son mencionados pero no descritos. Se describe un adaptador de cámara subterránea. El enfoque de Smith desventajosamente utiliza un viejo tubo de contención que probablemente
30 fallará cuando sea presurizada por una fuga del nuevo tubo interior, y no reivindica ninguna capacidad de aislamiento de fuga y de reporte.

La patente estadounidense 2005/021(22)85 por Haun describe un método para reducir las tensiones en las juntas entre el tubo interior y la exterior y no reivindica detección de fuga, aislamiento ni reporte.

5 La patente estadounidense 3(94)3965 por Matelena es un tubo de pared triple que pasa un refrigerante de glicol entre el tubo exterior y medio para impedir que el aceite caliente o el gas de petróleo fundan el permagel circundante. El espacio entre el tubo medio y el tubo de transporte es un aislante de vacío. Los sensores de hidrómetro y de presión en el vacío detectan fugas de las tuberías de refrigerante y de transporte. Un sensor fotoeléctrico detecta cambios en la transparencia del refrigerante de glicol como un método de detección de fugas adicional. Un separador de aceite/glicol y bomba regresan el aceite filtrado al tubo de transporte. El enfoque de Matelena es de implementación engorrosa debido a la construcción de pared triple, los grandes volúmenes de glicol necesarios y la plomería propensa a fugas necesaria para enfriar y distribuir el glicol. No hay ningún método definido para impedir que el glicol se filtre en el permagel. El separador de aceite/glicol es improbable que sea capaz de acomodar fugas de petróleo de grandes tasas de flujo. Y no hay ningún método definido para recolectar y reportar los datos del sensor.

20 La patente estadounidense 3,721,270 por Wittgenstein utiliza una chaqueta de plástico alrededor del tubo que está conectada a sensores de líquido mecánicos y recipientes de recolección en puntos bajos en la tubería. En secciones esencialmente de tubería horizontal, el agua llena el espacio intersticial y los sensores de presión detectan los efectos de las fugas. La invención reclama que la presión del fluido que se fuga se atenúa permitiendo un paso relativamente sin cargas al recipiente de recolección, por lo tanto se puede utilizar una chaqueta barata. Considerando que las tuberías de transportan productos de petróleo a alta presión, una fuga de incluso velocidad moderada llenaría rápidamente cualquier recipiente de recolección de tamaño práctico, causando que la chaqueta estalle. Tampoco, hay una enseñanza de informes de localización de fugas.

30 La patente estadounidense 3,863,679 por Young utiliza una cubierta alrededor del tubo para transferir el fluido de fuga a las cubiertas de recolección en intervalos a lo largo del tubo. La cubierta de recolección incluye una bomba para transferir el fluido de fuga en el tubo.

Mientras que el método parece trabajar para pequeñas fugas, incluso fugas moderadas requeriría una gran bomba en cada cubierta de recolección, que sería un gasto considerable, teniendo en cuenta que rara vez se necesitarían. Reducir ese gasto colocando las bombas espaciadas resulta en una sección larga del tubo que tendría que ser posiblemente desenterrado y limpiado antes de regresarse al servicio. Los informes de localización de fugas son inexactos, estando limitados a la distancia entre cubiertas de recolección.

La patente estadounidense 8,131,121 por Huffman utiliza múltiples cables de fibra óptica acústica ya sea envueltos de forma espiral alrededor del tubo o corriendo linealmente abajo del eje longitudinal del tubo y colocado lado a lado alrededor de su circunferencia. Múltiples cables se reclaman como necesarios para la capacidad de detección. Desfavorablemente, los cables en espiral requieren calibración para ubicar la fuga de forma precisa instalando generadores acústicos en distancias medidas en los tubos durante la construcción y registro de los resultados. Y los cables en espiral limitan la longitud del tubo que se puede detectar, resultando en más estaciones de monitor que se requieren. Mientras que tan poco como un cable lineal se enseña, múltiples cables se enseñan para aumentar el rendimiento, que es un enfoque complejo. No hay ninguna enseñanza de contención de fugas.

La patente estadounidense 8,177,4(24) de Wokingham et al., utiliza un cable de fibra óptica conectado a las almohadillas del sensor de temperatura ubicadas en distancias discretas a lo largo de la tubería. Las fugas son detectadas por las variaciones de temperatura en los lugares de la almohadilla de sensor. La precisión de localización de fuga se limita a la distancia entre las almohadillas de sensor, y dado que las lecturas de la almohadilla de sensor están afectadas por la transferencia de calor con el agua de mar circundante, las fugas pequeñas a moderadas es poco probable que se detecten. No hay ninguna enseñanza de contención de fugas.

La patente estadounidense 61/378,987 por Alliot utiliza un cable de fibra óptica sujetado en el exterior del aislamiento del tubo, excepto en las juntas de campo inicialmente no aisladas en distancias discretas a lo largo de la tubería donde el cable está enredado alrededor de la junta. Después se aplica el aislamiento a la junta de campo. Las fugas son detectadas por las variaciones de temperatura en lugares de junta de campo. La precisión de localización de

fuga se limita a la distancia entre las juntas de campo, y es poco probable que pequeñas fugas se detecten, ya que no afectan adecuadamente a la temperatura de la tubería. No hay ninguna enseñanza de contención de fugas.

- 5 Por lo tanto, hay una necesidad de una tubería mejorada que aborde los problemas mencionados.

Breve descripción

- 10 Hemos diseñado un dispositivo y sistema de contención de derrames de fluido para tuberías que transportan fuentes de energía que reducen significativamente la probabilidad y magnitud de liberaciones de tuberías como consecuencia de su programa de gestión de integridad y seguridad total a través de la contención en un tubo de doble pared, instrumentación para detectar una liberación y su ubicación exacta, así como una red de
- 15 informe en tiempo real para arrojar las respuestas de reparación específicas. El dispositivo y el sistema se basan principalmente en el uso de sensores de cable que en combinación específica con el tubo de doble pared, que aloja un mamparo anular y una opción de puerta de derrame, que sirve ventajosamente como un dispositivo de detección y contención superior lejano que podría permitir que un operador de tubería active el transporte de hidrocarburo en un medio ambiente más seguro. Mientras el dispositivo y el sistema pueden
- 20 ser más caros de poner en marcha que una tubería de pared simple, su sistema superior autónomo de auto supervisión/detección, contención y reporte reduce significativamente las pérdidas de productos valiosos y el daño por derrames al medio ambiente y los costos asociados, reduce los costos de mantenimiento durante la vida útil, facilita la aprobación de construcción, y mejora la buena voluntad en la comunidad. Ventajosamente, el dispositivo y el sistema es optimizable en los diseños de tubos convencionales utilizados actualmente en la industria de las tuberías por lo que se hacen adaptaciones a estas tuberías para permitirles servir como el tubo de transporte principal para la fuente de energía transportada.
- 25
- 30 En consecuencia, en un aspecto se proporciona un dispositivo autónomo de contención de derrame de fluido por una tubería que tiene un conducto de transporte para el transporte de un fluido y un conducto de contención ubicado alrededor del conducto de transporte para

definir un espacio intersticial para recibir el fluido derramado desde el conducto de transporte, el dispositivo comprende:

una barrera de fluido derramado para detener el flujo del fluido derramado, la barrera de fluido está ubicada en el espacio intersticial y se extiende entre el conducto de transporte y el conducto de contención; y

un sensor de cable asociado con el conducto de contención para detectar el fluido derramado que fluye en el conducto de contención.

En un ejemplo, el dispositivo incluye además un monitor de red que hace interfaz para comunicarse con los sistemas de recopilación de datos, análisis y reporte de un operador. El sensor de cable está conectado al monitor de red con el fin de alertar al operador a la ubicación del fluido derramado en tiempo real.

En un ejemplo, el sensor de cable se encuentra en un espacio intersticial en una porción inferior del conducto de contención.

En un ejemplo, el sensor de cable se monta en el exterior y en una proximidad cercana al conducto de contención.

En otro ejemplo, el sensor de cable se extiende a través de una pluralidad de espacios intersticiales.

En otro ejemplo, el sensor de cable es una combinación seleccionada del grupo que consiste de: un cable de fibra óptica acústico, un cable de fibra óptica térmico, y un cable de fibra óptica de tensión de tubo.

En un ejemplo, el monitor de red está interconectado con el sensor de cable por un dispositivo de análisis y generación de señal, e incluye un módem de red, una interfaz de red y una pantalla/control, el monitor de red que es funcional de forma autónoma utilizando energía solar, baterías y cargador o energía alternativa. El monitor de red está en

comunicación con redes terrestres e inalámbricas de operador, y es capaz de comunicarse con una desconexión de emergencia automática.

5 En un ejemplo, el dispositivo incluye un conjunto de puerta retorno de derrame ubicada ascendente de la barrera de fluido derramado, el conjunto de puerta retorno de derrame, cuando se implementa, incluye una puerta retorno de derrame conectada de manera resistente al conducto de transporte y se insta contra una porción interior del conducto de transporte adyacente a una apertura de derrame. El conjunto de puerta de derrame incluye
10 un resorte de puerta conectado a la puerta de retorno de derrame, el resorte de puerta que está localizado en el conducto de contención.

En un ejemplo, el dispositivo es para uso en una tubería que se encuentra sobre el suelo, agua o hielo o subterráneas o en el hielo o en agua.

15 En otro ejemplo, el fluido incluye gas, productos químicos (sintéticos, orgánicos, inorgánicos; y fluidos naturales incluyendo líquidos de alimentos), gas natural licuado, gas licuado incluyendo propano y butano, petróleo crudo, agua, petróleo, petróleo ligero o aceite de arenas butiminosas.

20 **Breve descripción de los dibujos**

A fin de que el descubrimiento pueda entenderse fácilmente, se ilustran modalidades a manera de ejemplo en los dibujos adjuntos.

25 La Figura 1 es una vista transversal longitudinal de una sección de tubería que muestra un dispositivo de contención de derrames y sensores de cable que llevan a un monitor de red en una configuración sin derrame;

30 La Figura 2 es una vista transversal longitudinal de la sección de tubería que muestra un dispositivo de contención de derrames y sensores de cable que llevan a un monitor de red en una configuración de derrame;

La Figura 3 es una vista transversal longitudinal de la sección de tubería que muestra el dispositivo de contención de derrames y sensores de cable que pasan a través de un mamparo anular;

5 La Figura 4 es una vista transversal longitudinal de una sección de tubería que muestra un dispositivo de contención de derrames y sensores de cable externos al dispositivo de contención que lleva a un monitor de red (mostrado en la Figura 5);

La Figura 5 es una representación diagramática de una estación de supervisión de red;

10

La Figura 6 es una representación diagramática de un sistema de respuesta y reporte de la red de sensores.

La Figura 7 es un flujo de proceso para la detección de una pérdida de fluido usando una técnica de reflectómetro de dominio de tiempo.

15

Otros datos del dispositivo y sus ventajas serán evidentes de la descripción detallada que se incluye a continuación.

20

Descripción detallada

Como se utiliza en este documento, el término "fluido" pretende significar gas, gas natural; líquido, incluyendo productos químicos, (sintéticos, orgánicos e inorgánicos incluyendo líquidos de alimentos naturales), petróleo crudo, petróleo, aceite de arenas butiminosas, y agua, gas licuado, tal como propano, butano, gas natural licuado y similares.

25

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se ilustra generalmente en (10) un dispositivo de contención de derrame de fluido. En términos generales, el dispositivo (10) comprende una tubería de doble pared que incluye un conducto de transporte interno (tubo) (12) y un conducto de contención externo (tubo) (14) que recubre el tubo de transporte (12), y que define un espacio intersticial (16) alrededor del tubo de transporte (12). El tubo de transporte (12) transporta el fluido a lo largo de la misma. El espacio intersticial (16) recibe el fluido que

30

se derrama del tubo de transporte (12) en caso de que el tubo de transporte (12) se rompa o esté estructuralmente comprometido. Una pluralidad de espaciadores (18) están dispuestos sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la tubería y mantienen la separación entre las tuberías (12), (14). Una barrera de fluido derramado (20) está situada entre el tubo de transporte (12) y el tubo de contención (14) y detiene el flujo de fluido que se derrama en el espacio intersticial (16) de un mayor flujo descendente. La barrera de fluido derramado (20) es un mamparo anular (22) que se suelda al tubo de transporte (12) y se sella al tubo de contención (14) para definir secciones de contención de liberación separada (24) a lo largo de la tubería. Un sensor de fluido derramado (26), (74) está ubicado en el espacio intersticial (16) para detectar fluido derramado en el tubo de contención (14). Típicamente, el sensor de fluido derramado (26), (74) se encuentra en una porción inferior del tubo de contención (14). En el ejemplo mostrado, el sensor de fluido derramado (26), (74) corre a lo largo de la parte inferior del tubo de contención desde las direcciones de descendente y ascendente hasta salir de los sellos de la barrera de fluido del tubo de contención (30) para terminarse así en una estación de monitor de red.

Haciendo referencia todavía a las Figuras 1 y 2, un conjunto de puerta de retorno de derrame (60) está ubicado ascendente de la barrera de fluido derramado (20). El conjunto de puerta de retorno de derrame (60) incluye una puerta de retorno de derrame (62) conectada de manera resistente al tubo de transporte (12) y se insta contra una porción interior (64) del tubo de transporte (12) adyacente a una apertura de derrame (66). La puerta de retorno de derrame (62) está conectada mediante bisagras a un brazo pivotante (63) en el extremo ascendente y conectada al resorte de puerta (70). La puerta de derrame (62) es contorneada a la forma del tubo de transporte (12) para limitar la obstrucción al flujo normal del material y el paso de dispositivos tales como lingotes. La puerta de derrame (62) se sella (insta) contra una brida de sujeción para prevenir el flujo de material de la tubería de transporte al tubo de contención. En caso de una liberación de material ascendente del tubo de transporte, el fluido fluiría en el tubo de contención (14), y después de vuelta al tubo de transporte (12) a través de la puerta de derrame (62), y será detectado por los sensores de cable (26), (74).

Haciendo referencia ahora a la Figura 3, se ilustra sensores de fluido derramado (26), (74) pasando ahí a lo largo a través de los sellos de la barrera de fluido derramado (30) como

para extender la detección de fluido derramado a lo largo de una pluralidad de espacios intersticiales (16) dependiendo de la capacidad de longitud de los sensores de fluido derramado (26), (74).

5 Haciendo referencia ahora a la Figura 3, se ilustra sensores de fluido derramado (26), (74) pasando ahí a lo largo a través de los sellos de la barrera de fluido derramado (30) como para extender la detección de fluido derramado a lo largo de una pluralidad de espacios intersticiales (16) dependiendo de la capacidad de longitud de los sensores de fluido derramado (26), (74).

10

Haciendo referencia todavía a las Figuras 1, 2 y 3 esta modalidad del dispositivo de contención de derrame de fluido es adecuado para todas las ubicaciones de instalación, a modo de ejemplo pero no limitado a, por encima del suelo, debajo del suelo, debajo del agua, en permafrost, y debajo de coberturas tales como pistas de aterrizaje, vía férrea y

15

Haciendo ahora referencia a la Figura 4, se ilustra una modalidad alternativa por la cual los sensores de cable (26), (74) están ubicados en el exterior del tubo de contención. En esta modalidad, la detección de, a modo de ejemplo, la temperatura del derrame, la tensión y la acústica se puede alcanzar en un costo de mantenimiento y de construcción más bajo. Esta modalidad de dispositivo de contención de derrame de fluido es adecuado para ubicaciones de instalación, a modo de ejemplo pero no limitado a, por encima del suelo, debajo del suelo y en permafrost.

20

25 Aún con referencia a las Figuras 1, 2, 3 y 4, el dispositivo (10) se monta fácilmente para unir un tubo de pared simple convencional. Esto se puede hacer en circunstancias en donde el operador de la tubería necesita que el dispositivo (10) se una con una línea ya existente que ahora atraviesa o para atravesar algunas zonas ecológicamente sensibles. El tamaño del tubo de transporte (12) debe ser igual al tubo de pared simple. El tubo de transporte (12) se suelda al tubo de pared simple y un casquillo de transición anular se suelda al extremo del

30 tubo de contención (14) para asegurar la inviolabilidad del tubo de contención (14) y una contención completamente hermética.

El dispositivo de contención de derrame de fluido autónomo (10) se utiliza normalmente como parte de una red de sensor y de reporte autónoma que supervisa el derrame de tuberías, como se describió anteriormente. La interfaz de red está en comunicación con el dispositivo y está configurada para transmitir datos desde el dispositivo (10) a un centro de análisis y respuesta.

Haciendo referencia a la Figura 5, una estación de monitor de red (13) forma el núcleo para los sensores de cable (11). Típicamente dos sensores de cable (26), (74), uno ascendente y uno descendente, se conectan a una estación de monitor de red (13). Las conexiones adicionales (26), (74) permiten que una estación de monitor de red (13) se conecte a tuberías adicionales en o cerca de la ubicación de la estación de monitor de red (13). La estación de monitor de red (13) incluye un reflectómetro de dominio de tiempo (91) o un dispositivo de análisis de señal similar, una pantalla y un control (90) para verificación y otros servicios, y un módem (92) u otros medios adecuados para la comunicación con un teléfono satelital remoto (94) y/o la red terrestre inalámbrica del usuario. Un panel solar, batería y cargador (98) proporcionan potencia de ubicación remota autónoma. El usuario puede elegir proporcionar energía de respaldo o alternativa (100) cuando esté disponible.

Aún con referencia a la Figura 5, una opción de interfaz de red (96) se comunica con una red terrestre de usuario tal como un sistema SCADA (Control Supervisor y Adquisición de Datos) u otro sistema. En aplicaciones críticas, el usuario podrá optar por usar la capacidad de reporte en tiempo real de la red para desconectar automáticamente un segmento de tubería hasta que se resuelva un problema de liberación.

Haciendo referencia a la Figura 6, las redes de sensores pueden utilizar satélites y redes de Internet existentes y las redes terrestres de usuario para comunicar mensajes de las redes de sensores con el centro de análisis y respuesta en tiempo real del usuario. Cuando se identifica un problema en el análisis, el equipo de respuesta de usuario es enviado entonces para investigar y solucionar cualquier problema.

Haciendo referencia ahora a la Figura 7, se ilustra la lógica de procesamiento de ejemplo para detectar un derrame. Cuando se produce una fuga, ésta causa acústica, temperatura,

tensión de tubo, gases de hidrocarburos y similares, cambios en el espacio intersticial que afecta el sensor de fluido derramado. Si el sensor de fluido derramado es un cable de fibra óptica, se puede utilizar un reflectómetro de dominio de tiempo en la estación de monitor (210), por el que un pulso de luz enviado por el cable se refleja de vuelta por discontinuidades en el cable. El retraso de tiempo entre la transmisión y la reflexión del pulso recibido se puede usar entonces para ubicar la discontinuidad con precisión. Cuando la tubería está funcionando, se determina una amplitud de referencia contra el perfil de distancia promediando sobre un periodo de tiempo. Por lo general, las reflexiones sin derrame normales son provocadas por los conectores o empalmes de cable. Si una diferencia de la muestra de la referencia excede un umbral, se envían los datos de diferencia junto con otras lecturas del sensor al Centro de respuesta y análisis (200) donde se comparan los datos con las condiciones de funcionamiento de tubería para descartar causas normales como el paso de un lingote en la tubería. La correlación de las señales de los múltiples tipos de sensores como se ilustró mejora la detección de derrame y la capacidad de localización.

Operación

El dispositivo de contención de derrame de fluido autónomo (10) se utiliza normalmente como parte de una red de sensor y de reporte autónoma que supervisa el derrame de tuberías y se comunica con un centro de análisis y respuesta, como se muestra en la Figura 6. El centro está ubicado para recibir datos sobre una red del dispositivo (10) de tal manera que los datos en tiempo real recibidos en el centro sean indicativos de un derrame de fluido que después activa una respuesta en el centro. Una red de satélites también se puede utilizar para comunicarse con el dispositivo de datos de relé desde el dispositivo al centro.

Las estaciones de monitor de red proporcionan al dispositivo (10) con control centralizado e interfaz a sistemas externos. La estación de monitor de red analiza las señales del sensor de cable, buscando para un derrame crítico e indicaciones de fallo, incluyendo sensores de cables defectuosos. Si se encuentra algún indicio de fallo crítico, se envía un mensaje inmediatamente al centro de respuesta y análisis del operador de la tubería. De lo contrario, los mensajes acumulados son enviados al centro de análisis y respuesta en un horario

predeterminado por el operador de la tubería. Los mensajes pueden enviarse vía satélite o a través de una red terrestre según lo determinado por el operador de la tubería.

La detección de derrames y contención se logra utilizando una configuración de doble tubo coaxial en el cual un tubo de contención rodea un tubo de transporte. Cualquier liberación de fluido es contenida en el tubo de contención. En el caso que haya una liberación del tubo de transporte, el material transportado fluye hacia el tubo de contención externo. Este flujo de fluido en el tubo de contención se mueve a lo largo de la misma hasta que llega al final del componente del tubo en donde llegaría a la puerta de derrame lo que facilitaría el transporte del material nuevamente al tubo de transporte. Esto trae al material derramado en proximidad cercana al sensor de cable, proporcionando una determinación más rápida de que se está produciendo una liberación. Este desvío y redireccionamiento del material de vuelta al tubo de transporte en una ubicación más abajo de la línea también promueve el transporte seguro y continuo del material hasta que la tripulación pueda efectuar las reparaciones necesarias. La combinación del tubo de contención y los sensores de cable tiene la capacidad única para detectar de manera autónoma y notificar al propietario/operador en tiempo real en cuanto a la naturaleza y ubicación de cualquier preocupación pequeña o grande. En caso de que no se haya implementado la opción de puerta de derrame, o en la remota posibilidad del malfuncionamiento de la puerta de derrame, el sistema continuará utilizando los sensores restantes para detectar y reportar sobre el malfuncionamiento y la presencia de material en el tubo de contención en tiempo real.

El dispositivo (10) implementa el uso de un monitor de red para reportar autónomamente sus hallazgos y activar la respuesta. Este sistema es alimentado por energía solar y junto con una batería y cargador puede ser aumentado con recursos de potencia externa si estuvieran disponibles. El sistema puede reportar vía enlace satelital, permitiendo cobertura tiempo real en zonas remotas y se puede conectar directamente a un sistema de supervisión y respuesta del usuario, para incluir la desconexión automatizada de la tubería afectada para mitigar los posibles daños. Este sistema de auto-supervisión, contención y notificación es totalmente autónomo, de fácil reparación, y proporciona al propietario/operador un método seguro para el transporte de materiales de energía peligrosos.

Reporte y Ubicación de Liberación

Para lograr estos resultados, el sistema implementa una red de sensores que utiliza tres tipos de mensajes para lograr la funcionalidad. Los tipos de mensaje adicionales pueden también usarse para la administración de la red, pero son práctica típica y no se describirán aquí.

1. Estado de Seguridad del Equipo. Las salidas del sensor se comprueban para conexiones en cortocircuito o rotas y fallos electrónicos del sensor interno. La estación de monitor de red también comprueba el estado de seguridad del equipo interno. Los mensajes de reporte del estado de seguridad del equipo incluyendo la ubicación de la estación de sensor se envían a la estación del operador en el centro de respuesta y análisis.

2. Datos del Sensor. Las salidas del sensor se muestran periódicamente. Los mensajes de los datos del sensor incluyendo la ubicación de las detecciones de liberación se envían a la estación del operador en el centro de respuesta y análisis.

3. Estado de la Red. El monitor de red acumula los reportes de cualquier fallo para recibir un mensaje esperado o fragmento de mensaje y reportar este estado a la estación del operador o al personal en el sitio cuando se requiera. Cada monitor de red tiene un identificador único y una ubicación conocida.

La estación de operador procesa los mensajes entrantes examinando las indicaciones de liberación al aplicar, por ejemplo, algoritmos de tendencia y varianza a los datos del sensor adecuados para el material transportado. Los resultados se archivan para referencia futura. La estación muestra los resultados al operador y activar alarmas visuales y auditivas y la ubicación relacionada para los casos de liberación detectados.

Características de Liberación del Fluido Transportado

Para detectar eficazmente las liberaciones del material transportado, el sistema está diseñado para supervisar las características de los tres tipos de liberaciones - ruptura, fugas

y filtraciones. Cabe señalar que para un tubo de pared simple, la liberación es una pérdida involuntaria de material transportado a los alrededores de la tubería. Para un sistema de pared dual, la liberación incluye pérdida del tubo de transporte interno al tubo de contención externo y la ingestión de los alrededores en el tubo de contención. Las características
5 distintivas de los tres tipos de liberaciones son:

Ruptura - Una liberación o ingestión de alta velocidad de masa provocada por el fallo catastrófico de la tubería. Típicamente ocurre de repente y puede ser causada por fuerzas
10 externas tales como topadora, movimiento de tierra, sabotaje, u otros eventos similares o la progresión rápida de un fallo estructural de la tubería.

Fuga - Una liberación de baja velocidad (pero que aún así puede ser sustancial) a través de un orificio en el tubo menor al diámetro del tubo y que no progresa de manera significativa en tamaño durante un corto tiempo. Una fuga puede ocurrir repentinamente de una punción de
15 retroexcavadora, expoliaciones u otros eventos similares o progresar lentamente por el uso y eventos ambientales tales como corrosión, tensiones térmicas, o abrasión por el material transportado.

Filtración - Una velocidad de liberación muy baja a través de un pequeño agujero o grieta, normalmente causada por eventos tales como corrosión, defectos de soldadura o fallo de
20 juntas. La filtración puede ser intermitente, por ejemplo, si un material de mayor viscosidad atasca la abertura después de una liberación previa de material de menor viscosidad, o un desplazamiento de tierra o cambio de temperatura que cierra una grieta.

Detección de Liberación del Dispositivo

La detección de la liberación se basa en el uso de sensores de cable situados a lo largo de la longitud del tubo de contención que supervisa las características tales como acústica, temperatura y tensión. Las lecturas del sensor que indican una condición de derrame se
30 transmiten en tiempo real a la estación de reportes de un usuario para análisis y acción.

Detección de Ruptura

Una ruptura que causa una liberación del tubo de transporte se detecta por un cambio brusco en sonido y/o temperatura y/o tensión del tubo, dependiendo del material transportado. Según la naturaleza de la ruptura, el sensor de cable puede dañarse (aunque en raras ocasiones) y dejar de informar desde esa ubicación, que en sí servirá como un localizador de la ruptura.

La detección de una ruptura que provoca ingestión depende de la magnitud del fallo. Para la ingestión en un tubo de contención sin presión, la detección probablemente será un cambio en la temperatura de la ingestión de agua, pero esto puede tomar algún tiempo, o puede no ocurrir en absoluto. Si hay ingestión de agua, la reparación es necesaria para evitar la corrosión del tubo de transporte. Si no, la reparación no es una cuestión crítica de tiempo. En un tubo de contención presurizado, puede haber un lento cambio de tensión del tubo si el tubo está enterrado, si no es así será un cambio rápido. Si la causa es un trauma accidental inducido por humanos tales como la maquinaria de excavación, el operador puede detectar y reportar el caso. Si no, tal como un acto de terrorismo o sabotaje, el sonido causado por esta forma de trauma será detectado por el sensor de cable acústico e informado.

Detección de Fugas

La detección de fugas para tanto la liberación como la ingestión es igual a la detección de rupturas, excepto que las lecturas del sensor cambiarán más lentamente, y es poco probable que el sensor de cable se dañe. Es probable detectar expoliación por medio del sensor de cable acústico que selecciona vibraciones desde las herramientas de penetración de pared y por el flujo perturbado causado por la pérdida de líquidos. Sin un sensor acústico, la expoliación puede o no ser detectada, dependiendo de la capacidad del expoliador para penetrar las paredes dobles sin causar un cambio perceptible en otras lecturas del sensor.

Detección de Filtración

La filtración es inherentemente difícil de detectar debido a que las lecturas del sensor pueden ser enmascaradas por el ruido de la señal y por los cambios normales en el material transportado y el entorno de tubería. En el dispositivo (10), la filtración es detectada por el sensor de cable de temperatura. Para el caso crítico de liberación de material transportado, es poco probable que se produzca una filtración concurrente a través del tubo de contención para el medio ambiente. La ingestión es menos crítica, puesto que el único efecto significativo es acelerar la corrosión del tubo de transporte. En ambos, la liberación y la ingestión, la detección permite un tiempo adecuado para la reparación.

Evaluación del sensor de cable

Un problema inherente con la construcción de tubería actual es que cualquier liberación termina en el medio ambiente. Mientras que la velocidad de algunas liberaciones puede ser pequeña, el tiempo sustancial puede transcurrir antes de que se detecte y se detenga la liberación, lo que puede resultar en volúmenes de liberación sustancial. La presente invención es un gran avance a través del uso de sensores de medición directa, reportando y conteniendo en tiempo real liberaciones grandes y pequeñas. Esto da tiempo al operador de la tubería para generar confianza en su decisión de liberación y para completar la reparación.

Aunque la descripción anterior se refiere a una modalidad específica como se contempla actualmente por el inventor, se entenderá que el dispositivo en su aspecto amplio incluye equivalentes mecánicos y funcionales de los elementos aquí descritos.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de contención de derrame de fluido autónomo para una tubería que tiene un conducto de transporte para transportar un fluido y un conducto de contención ubicado
5 alrededor del conducto de transporte para definir un espacio intersticial cerrado para recibir el fluido derramado desde el conducto de transporte, el dispositivo que comprende:

una barrera de fluido derramado que forma un extremo de una sección de contención para
detener el flujo de fluido derramado, la barrera de fluido derramado que está ubicada en el
10 espacio intersticial y que se extiende entre el conducto de transporte y el conducto de contención, la barrera de fluido derramado que está conectada de manera sellada al conducto de transporte y el conducto de contención para contener el fluido derramado completamente en el espacio intersticial;

15 un sensor de cable que se extiende a través de una pluralidad de espacios intersticiales por medio de sellos en las barreras de fluido derramado del conducto de contención para detectar el fluido derramado que fluye en el conducto de contención; y

un monitor de red que hace interfaz con el sensor de cable y comunica con unos sistemas de
20 recolección de datos, análisis y reporte del operador en tiempo real.

2. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el sensor de cable está
conectado al monitor de red como para alertar al operador de la ubicación del fluido
derramado en tiempo real.

3. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el sensor de cable está
ubicado en el espacio intersticial en una porción inferior del conducto de contención.

4. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el sensor de cable es una
30 combinación seleccionada del grupo que consiste de: un cable de fibra óptica acústico, un cable de fibra óptica térmico, y un cable de fibra óptica de tensión de tubo.

5. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el monitor de red está interconectado con el sensor de cable mediante la generación de una señal y el dispositivo de análisis e incluye un módem de red, una interfaz de red y una pantalla/control, el monitor de red que es operable de forma autónoma utilizando energía solar, batería y cargador o una energía alterna.

6. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 5, en donde el monitor de red está en comunicación con las redes inalámbricas y terrestres de operador, y es capaz de comunicarse con una desconexión de emergencia automática.

7. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, incluye un conjunto de puerta de retorno de derrame ubicado ascendente de la barrera de fluido derramado, el conjunto de puerta de retorno de derrame incluye una puerta de retorno de derrame conectada de manera resistente al conducto de transporte adyacente a una apertura de derrame.

8. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 7, en donde el conjunto de puerta de retorno de derrame incluye un resorte de puerta conectado a la puerta de retorno de derrame, el resorte de puerta que está ubicado en el conducto de contención.

9. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tubería está ubicada por encima del suelo, hielo o agua, o por debajo del suelo o en hielo o en agua.

10. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el fluido incluye gas, químicos, los químicos que son químicos sintéticos, orgánicos e inorgánicos, y los fluidos que son fluidos naturales que incluyen fluidos de alimentos; gas natural licuado, gas licuado que incluye propano y butano, petróleo crudo, agua petróleo, petróleo ligero o aceite de arenas butiminosas.

11. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el sensor de cable detecta la presencia de fluido en el espacio intersticial recibido desde las fuentes externas al conducto de contención.

12. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, en donde el espacio intersticial cerrado define la sección de contención.

5 13. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, incluye una pluralidad de secciones de contención discretas, cada sección de contención que tiene al menos una barrera de fluido derramado conectada de forma sellada al conducto de transporte y al conducto de contención para contener el fluido derramado en el espacio intersticial.

10 14. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 13, en donde cada sección de contención incluye dos barreras de fluido derramado.

15 15. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 14, en donde las secciones de contención se extienden a lo largo de la tubería para proporcionar una contención de fugas de fluido continuo.

16. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 14, en donde las secciones de contención están cada una aisladas entre sí.

20 17. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 16, en donde cada sección de contención es a prueba de fuga.

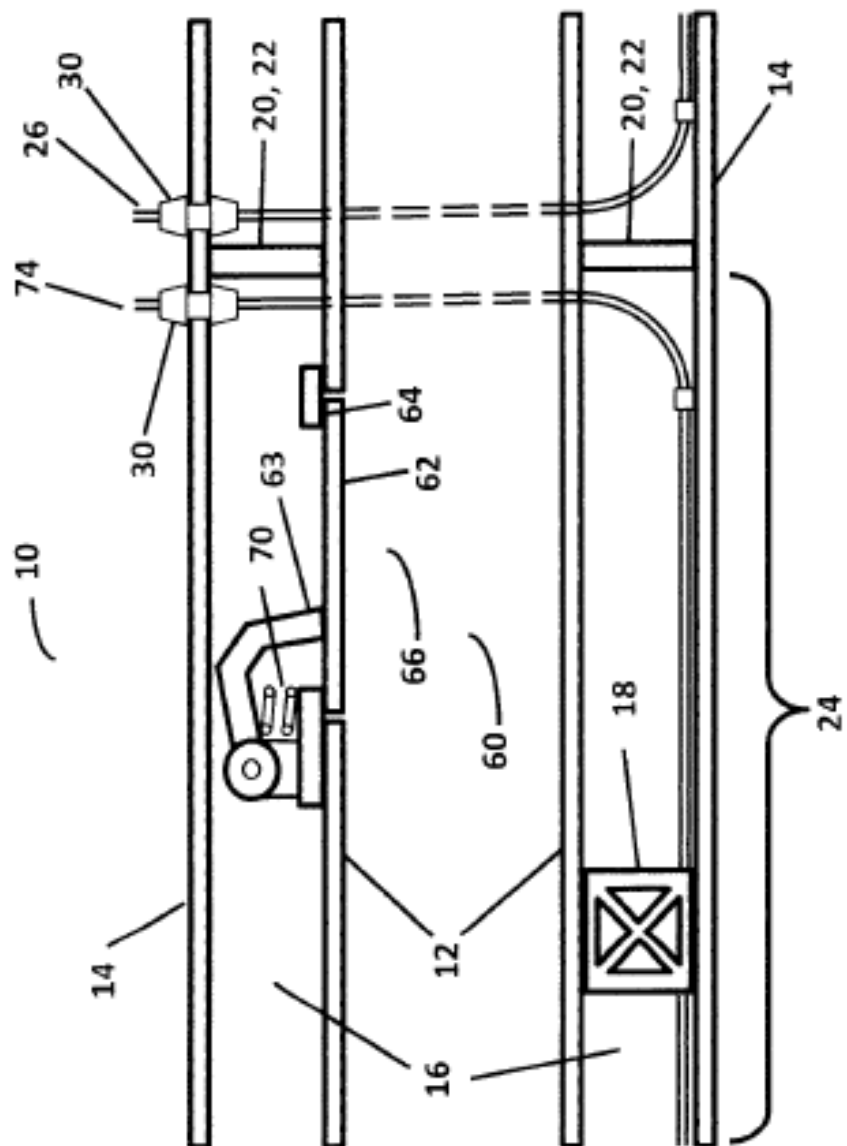


Figure 1

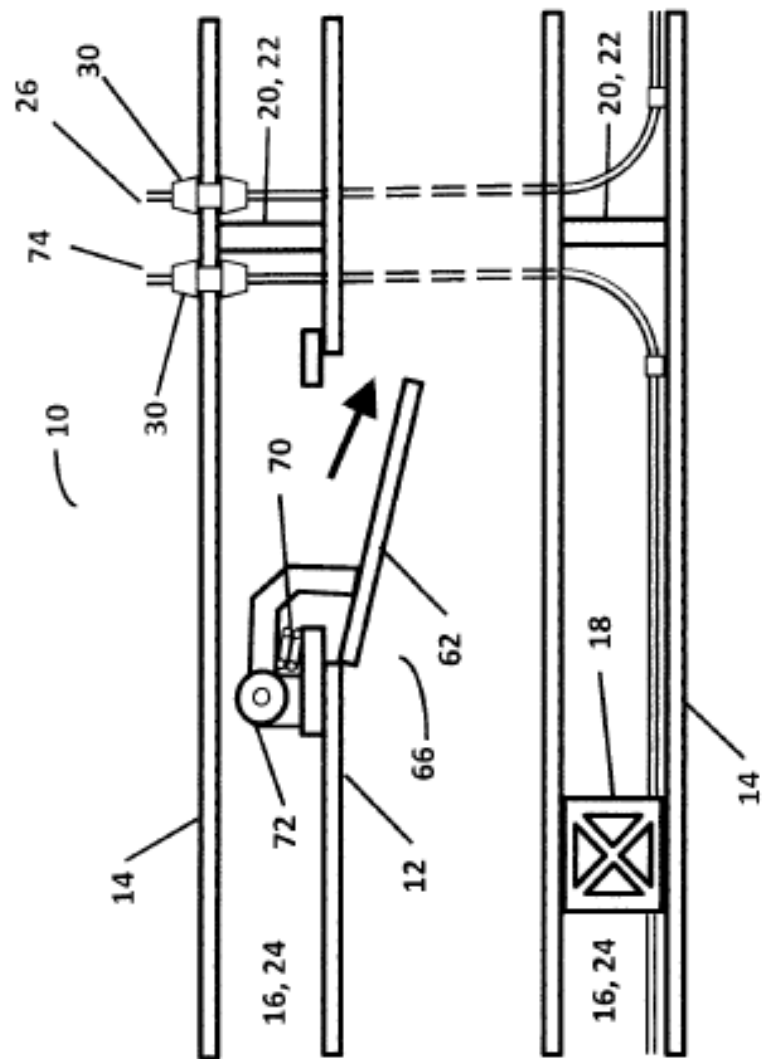


Figura 2

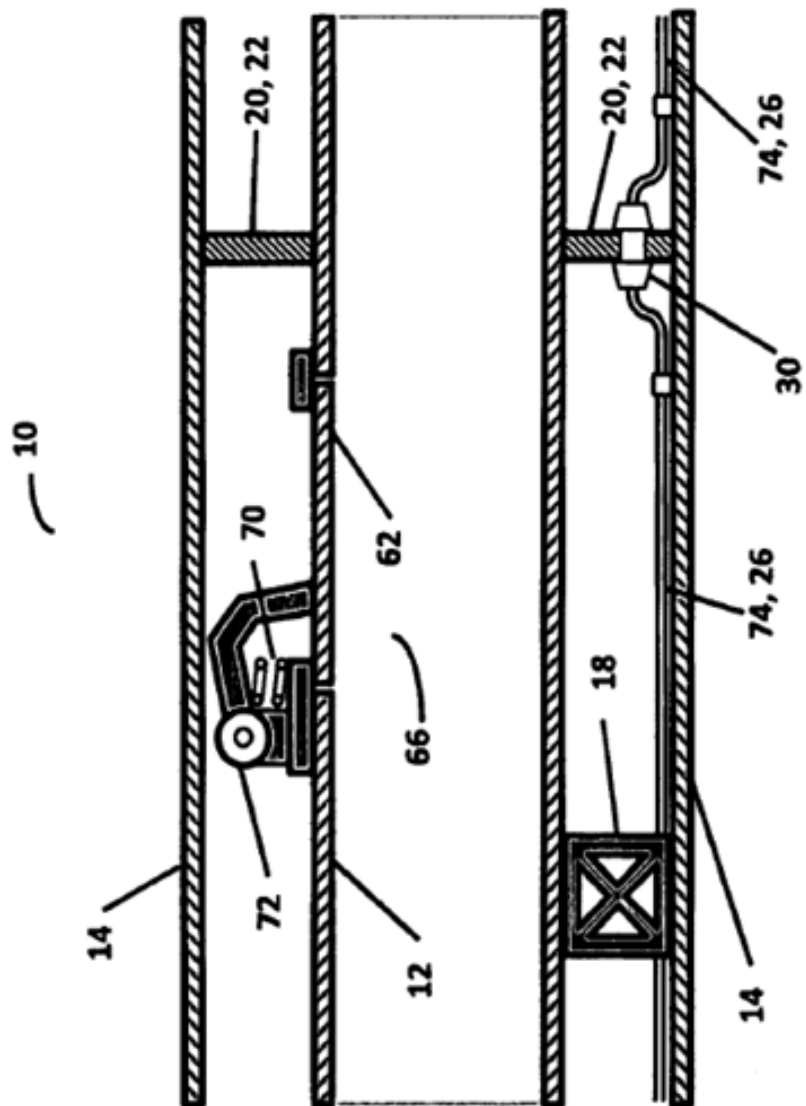


Figura 3

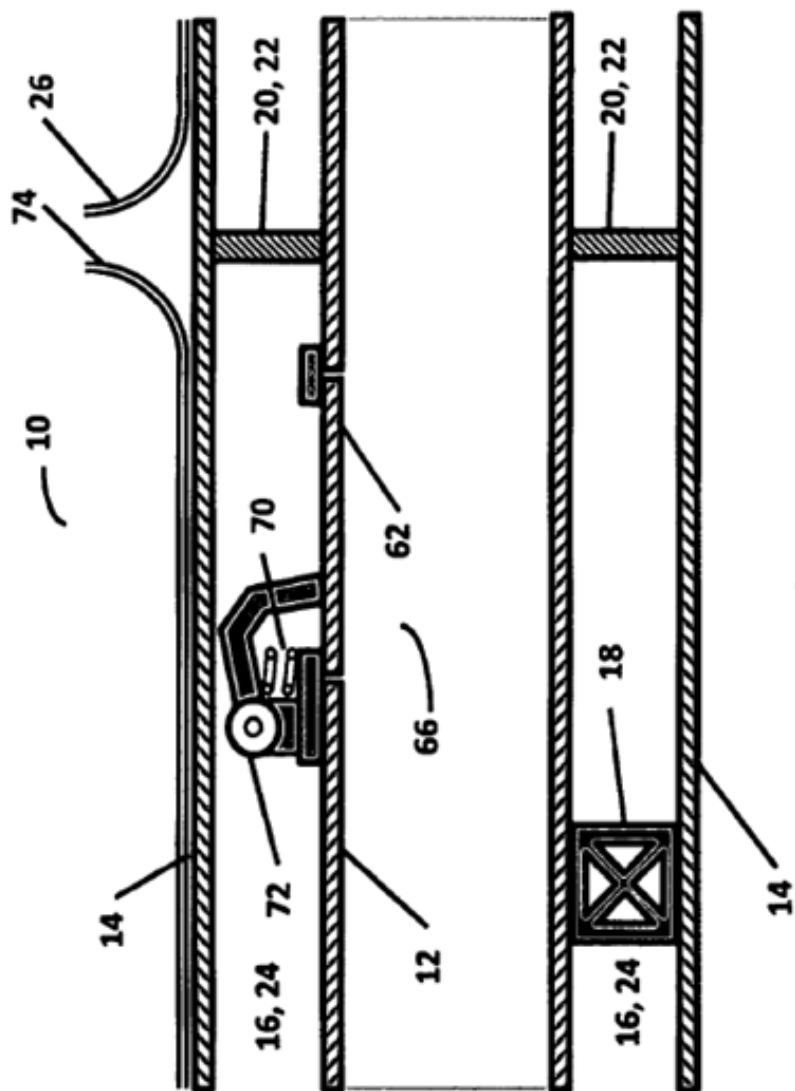


Figura 4

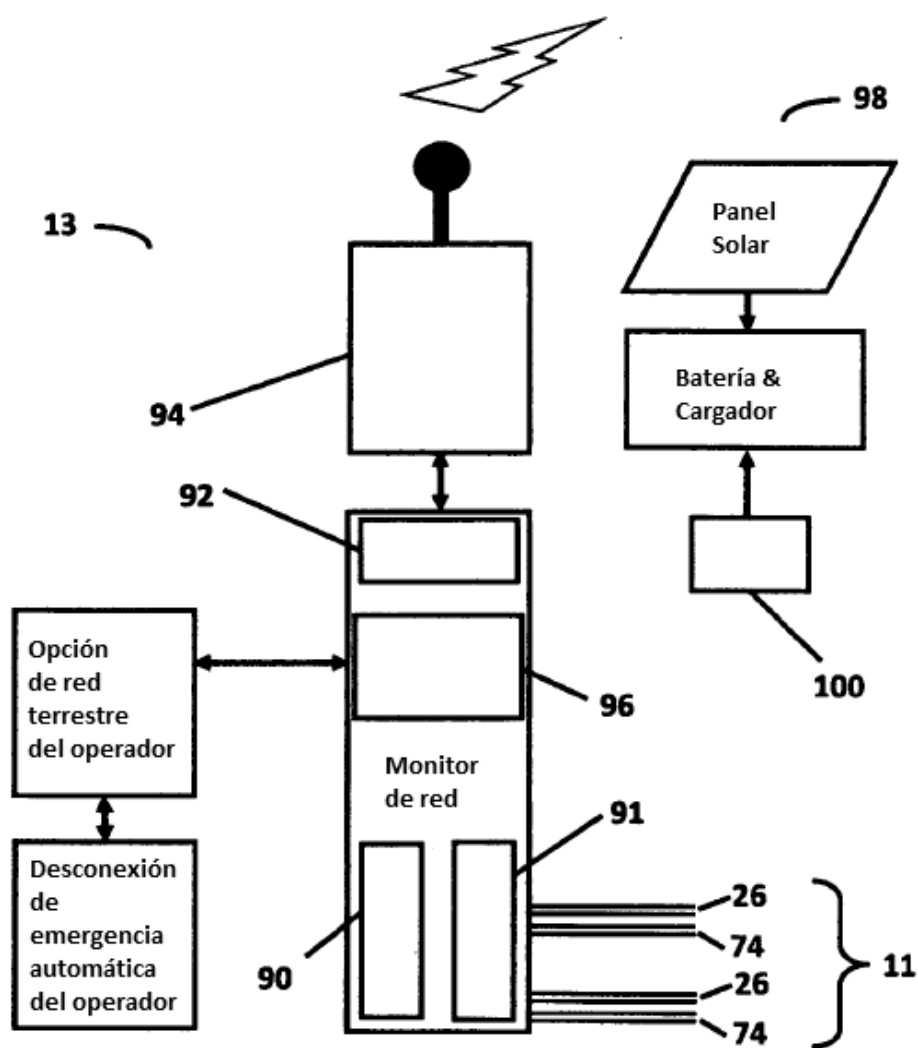


Figura 5

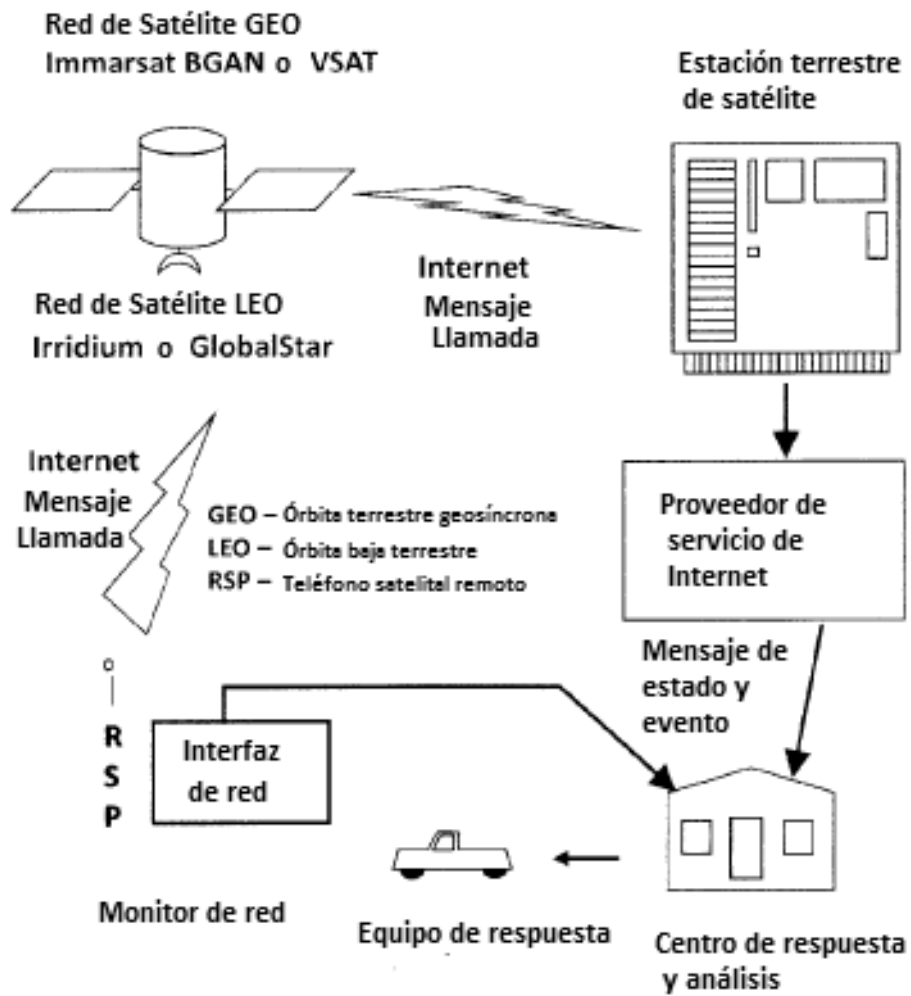


Figura 6

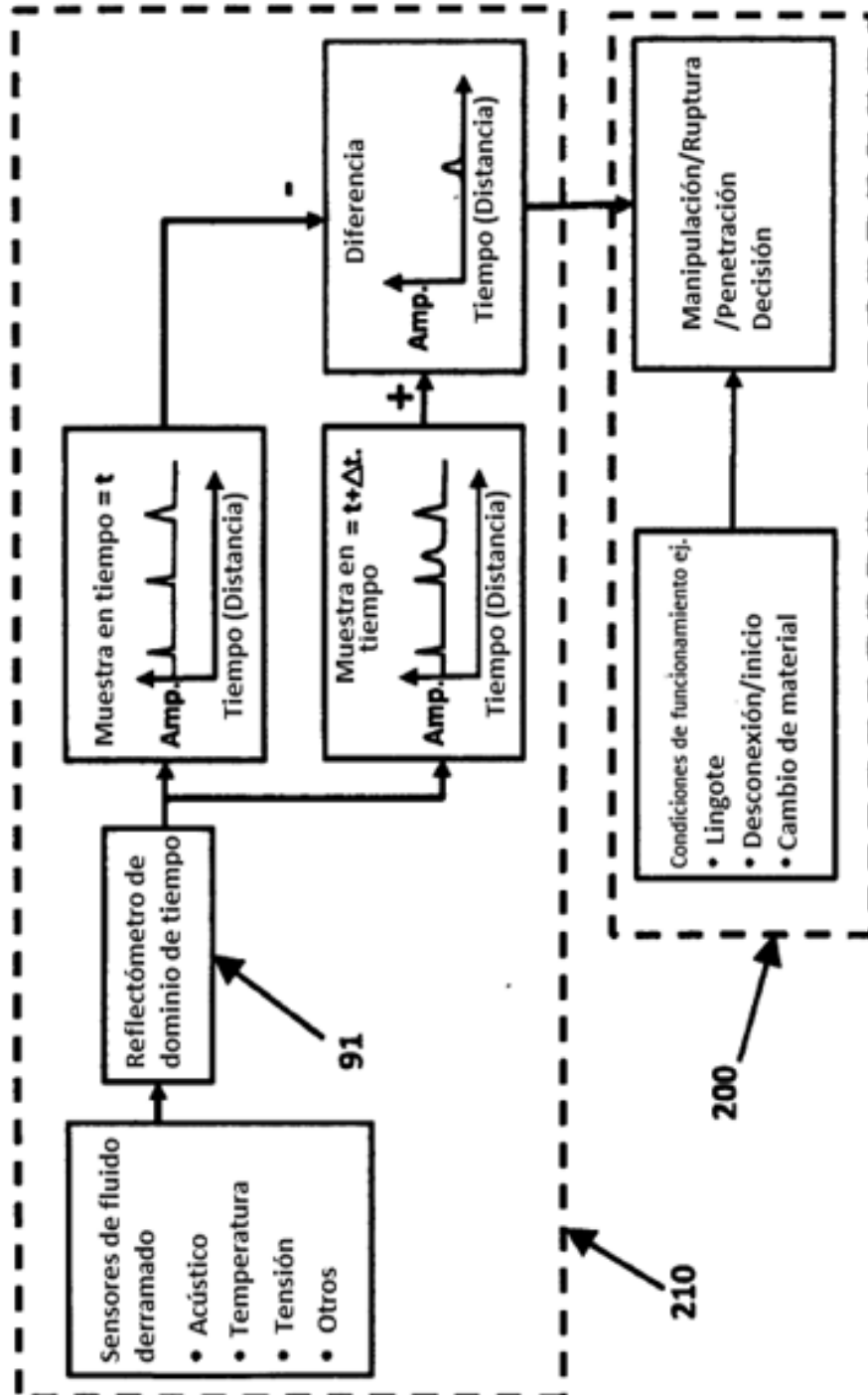


Figura 7