

19

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 439 422**

21 Número de solicitud: 201231159

51 Int. Cl.:

G01F 1/56 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

20.07.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.01.2014

71 Solicitantes:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (CSIC) (37.5%)****SERRANO, 117****28006 MADRID ES;****UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (37.5%)****y****UNIVERSIDAD SAN PABLO CEU (25.0%)**

72 Inventor/es:

APALKOV, Andrey;**FERNÁNDEZ SAAVEDRA, Roemi Emilia;****ARMANDA RODRÍGUEZ, Manuel Ángel y****OTERO QUINTANA, Abraham**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier54 Título: **DISPOSITIVO PARA LA MEDICIÓN AUTOMÁTICA DEL VOLUMEN DE UN FLUIDO QUE
CORRE POR UN CONDUCTO Y EL PROCEDIMIENTO PARA SU MEDICIÓN Y SU POSTERIOR
VACIADO AUTÓNOMO EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE FLUIDO ACUMULADO.**

57 Resumen:

Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y el procedimiento para su medición y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado.

Dispositivo para la medición del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo compuesto por un receptor de líquido (1) y un sensor capacitivo (7) y que se caracteriza porque el receptor de líquido (1) tiene en su interior un elemento central móvil (12) con un obturador (13) para controlar el vaciado del líquido.

El procedimiento para la medición y vaciado se caracteriza porque se mide el volumen de fluido V_i en el receptor de líquido (1) con un intervalo T_1 hasta que $V_i > R_1 - \epsilon$,

momento en que se interrumpe el cálculo del flujo relativo de líquido Q_i y después del cual el elemento central móvil (12) y el obturador (13) empiecen a emerger, por lo que se empieza a vaciar el receptor de líquido (1), y en el momento en el que $V_i \leq \rho$, el obturador (13) detiene el vaciado, y se reinicia el proceso.

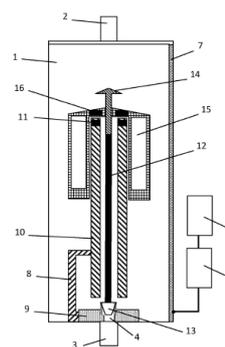


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y el procedimiento para su medición y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La invención pertenece al campo de la medicina, y se puede utilizar particularmente para automatizar tanto el proceso de medición de líquidos que salen de un paciente, como el posterior vaciado del líquido acumulado en el recipiente colector.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En algunas soluciones técnicas conocidas (patente EP-0 008 450, patente EP-0 471 413) se considera un recipiente colector transparente para la orina que presenta una escala gracias a la cual es posible comprobar el volumen total recogido. En estas soluciones, la comprobación y el registro del aumento de volumen de la orina, y el vaciado del recipiente colector, deben ser realizados por el personal de enfermería de forma periódica. Esto significa que para cada paciente, el personal de enfermería tiene que tomar las medidas de forma visual y anotarlas, operar manualmente la válvula que libera la orina del recipiente colector graduado en una bolsa de plástico, esperar que la orina drene, cerrar la válvula, comprobar que la válvula esté debidamente sellada y comprobar si la bolsa colectora de plástico conectada al recipiente colector graduado necesita ser vaciada, lo que supone un gran consumo de tiempo.

En la patente US-4.745.929 se considera un aparato en el cual se registra el nivel de fluido alcanzado en una columna de orina mediante una serie de barreras ópticas que se superponen de manera escalonada. Esta solución técnica tiene la desventaja de tener una realización bastante compleja que requiere un sistema de válvulas accionadas por medio de electroimanes, lo que implica un alto consumo de energía si se utilizan de forma cotidiana en una unidad de cuidados intensivos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

1. Breve descripción de la invención.

Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, compuesto por un receptor de líquido (1), un conducto (2) que permite la entrada de líquido por la parte superior del receptor de líquido (1), un tubo de desagüe (3) conectado a un orificio (4) que se encuentra en la parte inferior del receptor de líquido (1), una unidad electrónica (5) y, vinculada a ella, una unidad de cálculo (6), y un sensor capacitivo (7) conectado a la unidad electrónica (5) e instalado en la pared externa del receptor de líquido (1), de tal forma que el área longitudinal del sensor capacitivo (7) abarca la altura completa del receptor de líquido (1), y que se caracteriza porque:

- el receptor de líquido (1) tiene instalado en su interior un soporte (8), en cuya parte inferior se encuentra una pieza (9) que tiene un orificio (4) donde se conecta el tubo de desagüe (3), y en cuya parte superior se fija una guía cilíndrica hueca (10) que cuenta con al menos una pieza metálica (11) insertada en su extremo superior, y un elemento central móvil (12) que se desplaza axialmente dentro de la guía cilíndrica hueca (10) y que tiene en su extremo inferior un obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4) y en el extremo superior del elemento central móvil (12), se fija un limitador (14) que restringe el movimiento ascendente de un flotador superior (15), que rodea coaxialmente a la guía cilíndrica hueca (10) y en cuya parte superior interior se instala al menos un imán (16) que interactúa con la pieza metálica (11) de la guía cilíndrica hueca (10)
- el peso del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), se escoge de modo que se cumpla la condición $F_{Amax}^{CMP} > F_{mg}^{CMP}$, donde F_{Amax}^{CMP} es el peso total del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), y F_{mg}^{CMP} es el peso del conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14)
- el volumen del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), y el diámetro del orificio (4), se seleccionan de modo que se cumpla la condición $F_A^{CMP}(h) < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}(h)$, donde $F_A^{CMP}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4)
- el peso y el volumen del flotador superior (15) se seleccionan de modo que la fuerza con la que el líquido empuja al flotador superior (15), F_{Arch}^F , sea mucho mayor que el peso del flotador superior (15), F_{mg}^F
- la fuerza de atracción F_{im}^F que el imán (16) ejerce sobre la pieza metálica (11) debe ser tal que,
- $F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im}^F$ al comienzo de la inmersión del flotador superior (15) en el líquido,
- $F_{Arch}^F = F_{mg}^F + F_{im}^F$ en el punto de equilibrio, cuando la inmersión del flotador superior (15) en el líquido es casi completa,

$F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im}$ al superar el nivel del líquido el punto de equilibrio del flotador superior (15).

2. Descripción detallada de la invención

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo para medir el volumen de un fluido, por ejemplo, la cantidad de orina excretada por un paciente, y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado. Su diseño reduce notablemente el tiempo empleado por las enfermeras para obtener las medidas y manipular la válvula que vacía el líquido acumulado. Además, el proceso de vaciado autónomo no requiere energía eléctrica externa para su consecución, lo que supone un ahorro energético importante en comparación con otras realizaciones existentes, a la vez que se simplifica el dispositivo al no requerir de ningún tipo de actuador ni de mecanismo de control de dicho actuador. Aunque el dispositivo aquí descrito ha sido concebido principalmente para la monitorización automática del flujo de orina de un paciente sondado, no se descarta su aplicación para otros líquidos, como puede ser la sangre.

15 El dispositivo está compuesto por un receptor de líquido (1) plástico, instalado perpendicularmente al suelo, un conducto (2) (por ejemplo, de polímero plástico) que permite la entrada de líquido procedente de la fuente (por ejemplo, un paciente sondado) por la parte superior del receptor de líquido (1), un tubo de desagüe (3) (por ejemplo, de polímero plástico) conectado a un orificio (4) que se encuentra en la parte inferior del receptor de líquido (1), una unidad electrónica (5) y, vinculada a ella, una unidad de cálculo (6) y un sensor capacitivo (7) no invasivo instalado (por ejemplo, adherido) en la pared externa del receptor de líquido (1), de tal forma que el área longitudinal del sensor capacitivo (7) abarca la altura completa del receptor de líquido (1). Dicho sensor capacitivo (7) se encuentra conectado a la unidad electrónica (5), a la que envía de forma continua la señal eléctrica generada indicativa del nivel de líquido contenido en el receptor de líquido (1). La característica no invasiva del sensor capacitivo (7) permite que las mediciones del nivel de líquido se realicen sin necesidad de contacto entre el sensor y el fluido, lo que elimina los problemas de esterilización. La unidad electrónica (5) consta de los circuitos necesarios para transformar la magnitud física medida en un valor digitalizado; para la unidad de cálculo (6) se puede utilizar, por ejemplo, un ordenador personal o un microcontrolador. El receptor de líquido (1) puede tener, por ejemplo, unas lengüetas plásticas, a modo de bridas, para su sujeción. La conexión entre la unidad electrónica (9) y la unidad de cálculo (10) se puede realizar de forma inalámbrica, por ejemplo por Bluetooth o WiFi. Esta realización, al eliminar los cables, le proporciona autonomía al dispositivo, y le permite ser transportado fácilmente junto con el paciente.

35 Asimismo, el dispositivo se caracteriza por tener instalado en el interior del receptor de líquido (1), un soporte (8) plástico o de acero inoxidable, en cuya parte inferior se encuentra una pieza (9) realizada con un material anticorrosivo, que tiene un orificio (4) donde se conecta el tubo de desagüe (3), y en la parte superior del soporte (8) se fija una guía cilíndrica hueca (10) plástica o de acero inoxidable, que cuenta con al menos una pieza metálica (11) insertada en su extremo superior. Tanto la conexión del soporte (8) con el receptor de líquido (1), como la conexión de la pieza (9) con el soporte (8), se pueden realizar por medio de un acoplamiento roscado.

40 La superficie superior de la pieza (9) y la superficie interna del orificio (4) deben estar bien pulidas, a no ser que la parte superior del orificio (4) esté realizada con forma esférica o cónica. Además, dentro de la guía cilíndrica hueca (10), se desplaza axialmente un elemento central móvil (12), que tiene en su extremo inferior un obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4) y en el extremo superior del elemento central móvil (12), se fija un limitador (14) que restringe el movimiento ascendente de un flotador superior (15). Este flotador superior (15) rodea coaxialmente a la guía cilíndrica hueca (10) y en su parte superior interior se instala al menos un imán (16) que interactúa con la pieza metálica (11) de la guía cilíndrica hueca (10). Tanto la pieza metálica (11) como el imán (16) se insertan en el interior de la guía cilíndrica hueca (10) y del flotador superior (15), respectivamente, para evitar la corrosión. En otra posible realización, la guía cilíndrica hueca puede contar con un resalte anular (17) localizado a una altura media de la guía cilíndrica hueca (10), con al menos una pieza metálica (11) insertada en el interior del resalte anular (17). En este caso, el flotador superior (15) se encontrará alojado por encima del resalte anular (17), coaxial con la guía cilíndrica hueca (10) y contará con al menos un imán (16) en su parte inferior interior que interactuará con la pieza metálica (11) del resalte anular (17). Tanto la pieza metálica (11) como el imán (16) se insertan en el interior del resalte anular (17) y del flotador superior (15), respectivamente, para evitar la corrosión. En ambas realizaciones, tanto para el imán (16) como para la pieza metálica (11) se puede utilizar un único elemento en forma de disco, o varios elementos debidamente alineados para su correcta interacción. El obturador (13) puede fijarse al extremo inferior del elemento central móvil (12), o bien el extremo inferior del elemento central móvil (12) puede fabricarse de tal modo que haga la función del obturador (13). Para líquidos sin impurezas o aditivos, se puede utilizar una bola o un elemento con superficie cónica como obturador (13), o el extremo inferior del elemento central móvil (12) puede fabricarse con forma esférica o cónica. En cualquier caso, la superficie externa del obturador (13) debe ser fabricada con materiales resistentes a la corrosión y debe estar bien pulida. Para líquidos con impurezas, como sedimentos inorgánicos duros o sedimentos orgánicos blandos (tejidos), conviene fabricar el obturador (13) o la parte central de la pieza (9), o ambos, con un material blando como la silicona, de modo que se garantice el cierre del paso de líquido por el orificio (4) a pesar de la presencia de partículas entre el obturador (13) y la pieza (9). En el caso de la pieza (9), el material blando o silicona puede estar encajado en la parte central del mismo. En este caso, el obturador también puede fabricarse con forma esférica o cónica.

Por otro lado, es conveniente fabricar la parte superior del limitador (14) con forma cónica o esférica para evitar que se acumule en su superficie el líquido que entra en el receptor de líquido (1). El limitador (14) puede estar fijado al elemento central móvil (12) a través de una unión roscada o por medio de una conexión magnética (imán-metal o imán-imán). En este último caso, para evitar la corrosión, el imán y la pieza metálica deben ser introducidos en el interior del elemento central móvil (12) y del limitador (14). La fuerza de atracción entre el imán y la pieza metálica debe ser tal que no se produzca la desconexión entre el elemento central móvil (12) y el limitador (14) en el momento inicial de elevación del elemento central móvil (12) para vaciar el receptor de líquido (1), es decir, la energía potencial de esta conexión debe ser mayor que la energía cinética del flotador superior (15) al contactar con el limitador (14) durante la emersión del flotador superior (15). Para evitar que se adhiera el flotador superior (15) a la parte superior de la guía cilíndrica hueca (10), conviene realizar esta última de modo que su superficie sea cónica o esférica. También conviene realizar la parte superior del flotador superior (15) con forma cónica o esférica, para evitar que se acumule en su superficie el líquido que entra en el receptor, lo que podría provocar un cambio en el equilibrio de fuerzas.

El peso del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), se escoge de modo que se cumpla la condición $F_{Amax}^{CMP} > F_{mg}^{CMP}$, donde F_{Amax}^{CMP} es el peso total del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), y F_{mg}^{CMP} es el peso del conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14).

El volumen del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), y el diámetro del orificio (4), se seleccionan de modo que se cumpla la condición $F_A^{CMP}(h) < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}(h)$, donde $F_A^{CMP}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4).

El peso y el volumen del flotador superior (15) se seleccionan de modo que la fuerza con la que el líquido empuja al flotador superior (15), F_{Arch}^F , sea mucho mayor que el peso del flotador superior (15), F_{mg}^F .

La fuerza de atracción F_{im} que el imán (16) ejerce sobre la pieza metálica (11) debe ser tal que:

$$F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im} \text{ al comienzo de la inmersión del flotador superior (15) en el líquido,}$$

$$F_{Arch}^F = F_{mg}^F + F_{im} \text{ en el punto de equilibrio, cuando la inmersión del flotador superior (15) en el líquido es casi completa,}$$

$$F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im} \text{ al superar el nivel del líquido el punto de equilibrio del flotador superior (15).}$$

La fuerza de atracción F_{im} que el imán (16) ejerce sobre la pieza metálica (11) puede contralarse regulando la distancia entre ambos.

El dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado se caracteriza porque el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) puede estar realizado en forma de barra cilíndrica (18), de modo que una porción de la parte inferior de la barra cilíndrica (18) sobresale de la guía cilíndrica hueca (10), y en dicha porción inferior, la barra cilíndrica (18) tiene además del obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4), un flotador inferior (19) que se encuentra fijado de forma coaxial en la barra cilíndrica (18), por encima del obturador (13), y que limita el movimiento vertical ascendente de la barra cilíndrica (18). En este caso, el peso del elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), se escoge de modo que se cumpla la condición $F_{Amax}^{CMP} > F_{mg}^{CMP}$, donde F_{Amax}^{CMP} es el peso total del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), y F_{mg}^{CMP} es el peso del conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14). Además, el volumen del elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), y el diámetro del orificio (4), se seleccionan de modo que se cumpla la condición $F_A^{CMP}(h) < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}(h)$, donde $F_A^{CMP}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4). Es deseable que la barra cilíndrica (18) tenga al menos 3 bordes o resaltes laterales para reducir la fricción con la guía cilíndrica hueca (10). El material con el que se fabrica la barra cilíndrica (18) se escoge de modo que $\rho_b \geq \rho_l$, donde ρ_b es la densidad total de la barra cilíndrica (18) y ρ_l es la densidad del líquido que entra en el receptor de líquido (1).

El dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado se caracteriza porque el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) puede estar realizado en forma de hilo (20), y el obturador (13) puede estar realizado en forma de elemento hueco (21), de modo que actúa también como flotador, con un contrapeso (22) alojado en su parte inferior interna. En este caso, el peso del elemento hueco (21) se escoge de modo que se cumpla la condición $F_{Arch}^{bl} > F_{mg}^{bl}$, donde F_{Arch}^{bl} es el peso del líquido desalojado por el elemento hueco (21) y F_{mg}^{bl} es el peso del elemento hueco (21). El volumen del elemento hueco (21) se selecciona de modo que se

cumpla la condición $F_{Arch}^{bl}(h) < F_{mg}^{bl} + F_{ph}(h)$, donde $F_{Arch}^{bl}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento hueco (21) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4). La distancia de separación entre la parte inferior de la guía cilíndrica hueca (10) y la pieza (9) que tiene el orificio (4) debe ser menor que la mitad de la altura del elemento hueco (21), y el diámetro de la guía cilíndrica hueca (10) debe ser mayor que la suma del diámetro del elemento hueco (21) y dos veces el diámetro del hilo (20).

El dispositivo para la medición automática de la cantidad de líquido que fluye y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado puede tener en una de las paredes laterales del receptor de líquido (1), un orificio de vaciado de emergencia (23), situado a una distancia preestablecida $h1$ por encima del punto más alto del limitador (14). A dicho orificio de vaciado de emergencia (23) se conecta un tubo de vaciado de emergencia (24), por ejemplo, de polímero plástico.

El dispositivo para la medición automática de la cantidad de líquido que fluye y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de líquido acumulado puede tener en receptor de líquido (1), un filtro de aire (25) situado a una distancia preestablecida $h2$ por encima del punto más alto del limitador (14), siendo $h2 > h1$.

El dispositivo para la medición automática de la cantidad de líquido que fluye y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de líquido acumulado puede tener una bolsa colectora (26) de líquido fabricada con un polímero termoplástico, como el policloruro de vinilo. Esta bolsa colectora (26) de líquido se conecta al tubo de desagüe (3) y al tubo de vaciado de emergencia (24), y se sitúa a un nivel más bajo que el receptor de líquido (1), y su volumen es n veces superior al volumen del receptor de líquido (1), siendo n un número entero mayor que la unidad. Debido a su bajo coste de fabricación, la bolsa colectora (26) de líquido no necesita ser reutilizada, por lo que puede ser desechada después de cada uso.

Descripción del funcionamiento del dispositivo

Inicialmente, se realiza la conexión del conducto (2) a la fuente de líquido, por ejemplo, un paciente sondado que se encuentre en la unidad de cuidados intensivos y al que se le desea monitorizar el volumen de orina excretada en un intervalo de tiempo determinado. A continuación se seleccionan en la unidad de cálculo (6) las características del receptor de líquido (1) que se va utilizar, por ejemplo, sus dimensiones. Con esta información, la unidad de cálculo (6) puede ajustar el campo de medida del sensor capacitivo (7) en función de las dimensiones del receptor de líquido y determinar el valor R_1 correspondiente con el volumen máximo de líquido que puede contener. Consecutivamente, se inicia un ciclo en el que se realiza la medición i del volumen de líquido V_i contenido en el receptor de líquido (1) con un intervalo de tiempo predeterminado T_1 , utilizando para ello el sensor capacitivo (7) y la unidad electrónica (5). El valor V_i es transmitido desde la unidad electrónica (5) hasta la unidad de cálculo (6), donde es almacenado. Esta transmisión puede realizarse de forma serial RS-232C o de forma inalámbrica (Bluetooth o WiFi). En la unidad de cálculo (6) se calcula el flujo relativo del líquido que ha fluido de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{T_1} \quad \text{para } i = 1, 2, 3, \dots$$

Simultáneamente, la unidad de cálculo (6) se encarga de verificar que el valor calculado $Q_i(t)$, sea menor que el valor límite superior Q_U y mayor que el valor límite inferior Q_D . Los valores límites Q_U y Q_D se definen previamente, antes de iniciar el proceso. Si en algún momento la unidad de cálculo (6) comprueba que no se está cumpliendo la condición $Q_D < Q_i(t) < Q_U$, se genera una señal de alarma para el operador, por ejemplo, una alarma visual y sonora.

Al comenzar a llenarse el receptor de líquido (1) $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$, donde F_A^{CMP} es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14), F_{mg}^{CMP} es el peso del conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) y F_{ph} es la presión del nivel de líquido en el área del orificio, por lo que el orificio (4) permanece cerrado y el receptor de líquido (1) continúa llenándose. En el momento en que $V_i = R_1 - \varepsilon$, siendo ε un valor muy pequeño predeterminado, se alcanza el punto límite de llenado del receptor de líquido (1), pero como en este punto $F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) continúa inmóvil, sin emerger, y el orificio (4) permanece cerrado. En el momento en que $V_i > R_1 - \varepsilon$, siendo ε un valor muy pequeño predeterminado, la unidad de cálculo (6) interrumpe el cálculo del flujo relativo de líquido Q_i que ha fluido. Cuando $F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) comienza a emerger hacia arriba. En el momento en el que el flotador superior (15) entra en contacto con el limitador (14), siendo la energía cinética E_k^F del flotador superior (15) mayor que la energía potencial E_p^{CMP} del elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14), el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) empiezan a emerger hacia arriba, por lo que el orificio (4) se abre, se empieza a vaciar el receptor de líquido (1) y se interrumpe la acción de la fuerza F_{ph} . A medida que el receptor de líquido (1) se vacía, el flotador superior (15) desciende por gravedad hasta llegar a su posición inicial, y el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) van descendiendo con el nivel de líquido. En el

momento en el que $V_i \leq \rho$, siendo ρ un valor predeterminado, el orificio (4) se cierra con el obturador (13), reaparece la acción de la fuerza F_{ph} por lo que se cumple nuevamente la condición $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$ y el receptor de líquido (1) está listo para volver a llenarse, y se vuelve al paso (d).

5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para la mejor comprensión de cuanto queda escrito en esta memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representan casos prácticos de realización del dispositivo.

10 La figura 1 muestra la configuración del dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado. El dispositivo está compuesto por un receptor de líquido (1), un conducto (2) que permite la entrada de líquido por la parte superior del receptor de líquido (1), un tubo de desagüe (3) conectado a un orificio (4) que se encuentra en la parte inferior del receptor de líquido (1), una unidad electrónica (5) y, vinculada a ella, una unidad de cálculo (6), y un sensor capacitivo (7) conectado a la unidad electrónica (5) e instalado en la pared externa del receptor de líquido (1), de tal forma que el área longitudinal del sensor capacitivo (7) abarca la altura completa del receptor de líquido. Además, el dispositivo se caracteriza porque el receptor de líquido (1) tiene instalado en su interior un soporte (8), en cuya parte inferior se encuentra una pieza (9) que tiene un orificio (4) donde se conecta el tubo de desagüe (3), y en cuya parte superior se fija una guía cilíndrica hueca (10) que cuenta con una pieza metálica (11) en forma de disco insertada en su extremo superior, y un elemento central móvil (12) que se desplaza axialmente dentro de la guía cilíndrica hueca (10) y que tiene en su extremo inferior un obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4) y en el extremo superior del elemento central móvil (12), se fija un limitador (14) que restringe el movimiento ascendente de un flotador superior (15), que rodea coaxialmente a la guía cilíndrica hueca (10) y en cuya parte superior interior se instala un imán (16) en forma de disco que interactúa con la pieza metálica (11) de la guía cilíndrica hueca (10).

La figura 2 muestra una realización del dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, en la que la guía cilíndrica hueca (10) cuenta con un resalte anular (17) localizado a una altura media de la guía cilíndrica hueca (10), con al menos una pieza metálica (11) insertada en el interior del resalte anular (17), y en la que el flotador superior (15) se encuentra alojado por encima del resalte anular (17), coaxial con la guía cilíndrica hueca (10) y dicho flotador superior (15) cuenta en su parte inferior interior con al menos un imán (16) que interactúa con la pieza metálica (11) del resalte anular (17).

35 La figura 3 muestra una realización del dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, en la que el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) está realizado en forma de barra cilíndrica (18), de modo que una porción de la parte inferior de la barra cilíndrica (18) sobresale de la guía cilíndrica hueca (10), y en dicha porción inferior, la barra cilíndrica (18) tiene además del obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4), un flotador inferior (19) que se encuentra fijado de forma coaxial en la barra cilíndrica (18), por encima del obturador (13), y que limita el movimiento vertical ascendente de la barra cilíndrica (18).

45 La figura 4 muestra otra realización del dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, en la que el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) está realizado en forma de hilo (20), y el obturador (13) está realizado en forma de elemento hueco (21), de modo que actúa también como flotador, con un contrapeso (22) alojado en su parte inferior interna.

50 La figura 5 muestra una realización del dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, en la cual el receptor de líquido (1) contiene un orificio de vaciado de emergencia (23), situado por encima del punto más alto del limitador (14), un tubo de vaciado de emergencia (24) conectado al orificio de vaciado de emergencia (23), y un filtro de aire (25) situado por encima del orificio del vaciado.

55 La figura 6 hace referencia a una realización del dispositivo en la que se tiene una bolsa colectora (26) de líquido conectada al tubo de desagüe (3) y al tubo de vaciado de emergencia (24), situada a un nivel más bajo que el receptor de líquido (1) y cuyo volumen es n veces superior al volumen del receptor de líquido (1), siendo n un número entero mayor que la unidad.

60 La figura 7 muestra un ejemplo en el que el elemento central móvil (12) está realizado en forma de barra cilíndrica (18), con 3 bordes o resaltes laterales para reducir la fricción con la guía cilíndrica hueca (10).

65 La figura 8 muestra un ejemplo de realización del flotador superior (15), alojado por encima del resalte anular (17), coaxial con la guía hueca (10), en el que se instalan dos imanes (16) que interactúan con las dos piezas metálicas

(11) del resalte anular (17). La forma en la que se realizan tanto el flotador superior (15) como el resalte anular (17), garantiza la alineación de los dos imanes (16) con las dos piezas metálicas (11) para su correcta interacción.

- 5 La figura 9 muestra varios ejemplos de realización de la superficie superior de la pieza (9) y de la superficie interna del orificio (4) que entra en contacto con el obturador (13): con forma rectangular (a), con forma esférica (b) y con forma cónica (c).

Lista de designaciones

- 10 1. Receptor de líquido
2. Conducto
3. Tubo de desagüe
4. Orificio
5. Unidad electrónica
15 6. Unidad de cálculo
7. Sensor capacitivo
8. Soporte
9. Pieza
20 10. Guía cilíndrica hueca
11. Pieza metálica
12. Elemento central móvil
13. Obturador
14. Limitador
25 15. Flotador superior
16. Imán
17. Resalte anular
18. Barra cilíndrica
19. Flotador inferior
30 20. Hilo
21. Elemento hueco
22. Contrapeso
23. Orificio de vaciado de emergencia
24. Tubo de vaciado de emergencia
35 25. Filtro de aire
26. Bolsa colectora

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

40 La presente invención se ilustra adicionalmente con el siguiente ejemplo, el cual no pretende ser limitativo de su alcance.

Ejemplo 1

El dispositivo para la medición automática de la cantidad de orina excretada y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de orina acumulada está compuesto por un receptor de líquido (1) plástico que pende de la cama del paciente, un conducto (2) de polímero plástico, transparente, antiacodado y de 110cm de longitud que conecta al paciente sondado con la parte superior del receptor de líquido (1), un tubo de desagüe (3) de polímero plástico rígido conectado al orificio (4), un sensor capacitivo (7) comercial para la medición continua del nivel de líquido sin necesidad de contacto con el fluido, una unidad electrónica (5) y, vinculada a ella, una unidad de cálculo (6). El receptor de líquido (1) está fabricado en estireno acrilonitrilo y tiene una capacidad de 140cm³. El receptor de líquido (1) cuenta además con una abertura superior con filtro (25) para igualar la presión interna con la externa sin riesgos de contaminación bacteriana y una bolsa colectora (26) de orina de 2 litros de capacidad fabricada en polímero plástico flexible conectada al tubo de desagüe (3). El sensor capacitivo (7) utilizado es de la serie CLC de SensorTechnics, que cuentan con una resolución de 8 bits y un tiempo de respuesta medio de 50ms, y está adherido en la pared frontal externa del receptor de líquido (1), de tal forma que el área longitudinal del sensor capacitivo (7) abarca la altura del receptor de líquido (1). Dicho sensor capacitivo (7) se encuentra conectado a la unidad electrónica (9), a la que envía de forma continua la señal de tensión generada indicativa del nivel de líquido contenido en el receptor de líquido (1). La unidad electrónica (5) posee una interfaz para convertir los niveles TTL procedentes del sensor capacitivo (7) CLC de SensorTechnics en niveles TIA/EIA-232-F, permitiendo así la transmisión serie de las mediciones hacia la unidad de cálculo (6). Como unidad de cálculo (6) se utiliza un ordenador personal que permite almacenar los valores de flujo de orina medidos en sus respectivos intervalos de tiempo. El receptor de líquido (1) tiene instalado en su interior un soporte (8) de aluminio en cuya parte inferior se encuentra insertada una pieza (9) de acero inoxidable que tiene un orificio (4) de 3 mm de diámetro donde se conecta el tubo de desagüe (3). En la parte superior del soporte (8) se fija, mediante un acoplamiento roscado, y coaxialmente con el orificio (4) una guía cilíndrica hueca (10) de plástico que tiene una longitud de 75mm, teniendo en sus 37.5mm inferiores un diámetro interior de 9.25mm y un diámetro exterior de 12mm, y en sus 37.5mm superiores, un diámetro interior de 4mm y un diámetro exterior de 5.5mm. Además, la guía cilíndrica hueca (10) tiene

instalada en la parte superior de sus 37.5mm inferiores, un resalte anular (17) plástico que contiene una pieza metálica (11) en forma de disco, insertado en su interior para evitar la corrosión. El elemento central móvil (12) que se desplaza axialmente dentro de la guía cilíndrica hueca (10) está realizado en forma de barra cilíndrica (18) hueca con paredes de plástico y con un diámetro externo de 3.5mm, y está instalado de modo que una porción inferior de la barra cilíndrica (18) sobresale de la guía cilíndrica hueca (10), y en dicha porción inferior, la barra cilíndrica tiene además del obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4), un flotador inferior (19) que se encuentra fijado de forma coaxial en la barra cilíndrica (18), por encima del obturador (13), y que limita el movimiento vertical ascendente de la barra cilíndrica (18). Como obturador (13) se utiliza una bola de acero inoxidable de 5mm de diámetro pegada al extremo inferior de la barra cilíndrica (18). El flotador inferior está realizado en forma de cilindro plástico hueco, con un diámetro exterior de 21mm y una altura de 13mm. Por encima del resalte anular (17), y coaxial con la guía hueca (10), se encuentra alojado un flotador superior (15) de plástico hueco, con un diámetro exterior de 16mm y una altura de 10.5mm. Este flotador superior (15) tiene insertado en su parte inferior interior un imán (16) en forma de disco, que interactúa con la pieza metálica (11) del resalte anular (17). El movimiento ascendente del flotador superior (15) está restringido por un limitador (14) instalado en el extremo superior de la barra cilíndrica. La masa total del conjunto formado por la barra cilíndrica (18), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14) es de 4.9g, mientras que la masa del flotador superior (15) es de 8.85g.

El procedimiento para la medición automática de la cantidad de orina excretada por el paciente y su posterior vaciado autónomo se caracteriza porque, inicialmente, se realiza la conexión del conducto (2) al paciente sondado que se encuentra en la unidad de cuidados intensivos. A continuación se definen en la unidad de cálculo (6) las dimensiones del receptor de líquido (1) a utilizar. Con esta información la unidad de cálculo (6) ajusta el campo de medida del sensor capacitivo (7) de 0 cm^3 a 140 cm^3 , y $R_1 = 140 \text{ cm}^3$. Consecutivamente, se inicia un ciclo en el que se realiza la medición i del volumen de líquido V_i contenido en el receptor de líquido (1) con un intervalo de tiempo de 30 segundos, utilizando para ello el sensor capacitivo (7) y la unidad electrónica (5). El valor V_i es entonces transmitido desde la unidad electrónica (5) hasta la unidad de cálculo (6), donde es almacenado. Esta transmisión se realiza de forma serial RS-232C. En la unidad de cálculo (6) se calcula el flujo relativo de la orina que ha fluido de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{T_1} \quad \text{para } i = 1, 2, 3, \dots$$

Simultáneamente, la unidad de cálculo (6) se encarga de verificar que $Q_D < Q_i(t) < Q_U$. Si en algún momento la unidad de cálculo (6) comprueba que no se está cumpliendo esta condición, se genera una señal de alarma visual y sonora para el operador. Estos valores límites son de gran importancia, ya el límite inferior Q_D indica que el paciente se encuentra en anuria (no produce orina en absoluto) o en oliguria (produce una cantidad de orina excesivamente baja), y el límite superior Q_U indica que el paciente se encuentra en poliuria (produce una cantidad de orina demasiado elevada), posiblemente desencadenada por un exceso de sal o glucosa en sangre, o por algún fármaco al cual el paciente es más sensible de lo esperado. Tanto la anuria como la oliguria y la poliuria conllevan un potencial riesgo vital, y son situaciones que deben ser analizadas en más detalle dentro del contexto individual de cada paciente. De ahí el interés en contar con un dispositivo capaz de supervisar su ocurrencia y notificar inmediatamente al personal asistencial.

Al comenzar a llenarse de orina el receptor de líquido (1) $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$, donde F_A^{CMP} es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el limitador (14) y el flotador inferior (19), F_{mg}^{CMP} es el peso de conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el limitador (14) y el flotador inferior (19) y F_{ph} es la presión del nivel de líquido en el área del orificio. Como $F_{mg}^{CMP} = 0.049N$, y $0 < F_A^{CMP} < 0.5494N$, $0 < F_{ph} < 0.0064N$, dependiendo de la cantidad de líquido, el orificio (4) permanece cerrado y el receptor de líquido (1) continúa llenándose.

En el momento en el que $V_i = R_1 - \varepsilon$, siendo $\varepsilon 1 \text{ cm}^3$, se alcanza el punto límite de llenado del receptor de líquido (1), pero como en este punto $F_{im} = 0.09 \text{ N}$, y por tanto, $F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) continúa inmóvil, sin emerger, y el orificio (4) permanece cerrado. En el momento en que $V_i > R_1 - \varepsilon$, la unidad de cálculo (6) interrumpe el cálculo del flujo relativo de líquido Q_i que ha fluido.

Cuando $F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) comienza a emerger hacia arriba. En el momento en el que el flotador superior (15) entra en contacto con el limitador (14), siendo la energía cinética E_K^F del flotador superior (15) (aproximadamente 0.1N) mayor que la energía potencial E_p^{CMP} del elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) (aproximadamente 0.049N), el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) empiezan a emerger hacia arriba, por lo que el orificio (4) se abre, se empieza a vaciar el receptor de líquido (1) y se interrumpe la acción de la fuerza F_{ph} . A medida que el receptor de líquido (1) se vacía, el flotador superior (15) desciende por gravedad hasta llegar a su posición inicial, y el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) van descendiendo con el nivel de líquido. En el momento en el que $V_i \leq \rho$, siendo $\rho 25 \text{ cm}^3$, el orificio (4) se cierra con el obturador (13), reaparece la acción de la fuerza F^{ph} por lo que se cumple nuevamente la

condición $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$ y el receptor de líquido (1) está listo para volver a llenarse, y se reinicia el ciclo nuevamente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior
 10 vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado, compuesto por un receptor de líquido (1), un
 conducto (2) que permite la entrada de líquido por la parte superior del receptor de líquido (1), un tubo de desagüe
 (3) conectado a un orificio (4) que se encuentra en la parte inferior del receptor de líquido (1), una unidad electrónica
 (5) y, vinculada a ella, una unidad de cálculo (6), y un sensor capacitivo (7) conectado a la unidad electrónica (5) e
 15 instalado en la pared externa del receptor de líquido (1), de tal forma que el área longitudinal del sensor capacitivo
 (7) abarca la altura completa del receptor de líquido (1), y que **se caracteriza porque**
- el receptor de líquido (1) tiene instalado en su interior un soporte (8), en cuya parte inferior se encuentra una
 pieza (9) que tiene un orificio (4) donde se conecta el tubo de desagüe (3), y en cuya parte superior se fija una
 guía cilíndrica hueca (10) que cuenta al menos con una pieza metálica (11) insertada en su extremo superior, y
 un elemento central móvil (12) que se desplaza axialmente dentro de la guía cilíndrica hueca (10) y que tiene en
 20 su extremo inferior un obturador (13) para cerrar el paso del líquido a través del orificio (4) y en el extremo
 superior del elemento central móvil (12), se fija un limitador (14) que restringe el movimiento ascendente de un
 flotador superior (15), que rodea coaxialmente a la guía cilíndrica hueca (10) y en cuya parte superior interior se
 instala al menos un imán (16) que interactúa con la pieza metálica (11) de la guía cilíndrica hueca (10);
 - el peso del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), se escoge de modo que se cumpla
 25 la condición $F_{Amax}^{CMP} > F_{mg}^{CMP}$, donde F_{Amax}^{CMP} es el peso total del líquido desalojado por el elemento central móvil (12),
 el obturador (13), y el limitador (14), y F_{mg}^{CMP} es el peso del conjunto formado por el elemento central móvil (12), el
 obturador (13), y el limitador (14);
 - el volumen del elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14), y el diámetro del orificio (4), se
 seleccionan de modo que se cumpla la condición $F_A^{CMP}(h) < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}(h)$, donde $F_A^{CMP}(h)$ es el peso del líquido
 30 desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), y el limitador (14) cuando la altura de la columna
 de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce
 sobre el área del orificio (4);
 - el peso y el volumen del flotador superior (15) se seleccionan de modo que la fuerza con la que el líquido empuja
 al flotador superior (15), F_{Arch}^F , sea mucho mayor que el peso del flotador superior (15), F_{mg}^F ;
 - la fuerza de atracción F_{im} que el imán (16) ejerce sobre la pieza metálica (11) debe ser tal que,
 35 $F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im}$ al comienzo de la inmersión del flotador superior (15) en el líquido,
 $F_{Arch}^F = F_{mg}^F + F_{im}$ en el punto de equilibrio, cuando la inmersión del flotador superior (15) en el líquido es casi
 completa,
 $F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im}$ al superar el nivel del líquido el punto de equilibrio del flotador superior (15).
- 35 2. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior
 vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según la reivindicación 1, que se **caracteriza**
porque la guía cilíndrica hueca (10) cuenta con un resalte anular (17) localizado a una altura media de la guía
 40 cilíndrica hueca (10), con al menos una pieza metálica (11) insertada en el interior del resalte anular (17), y porque el
 flotador superior (15) se encuentra alojado por encima del resalte anular (17), coaxial con la guía cilíndrica hueca
 (10) y cuenta en su parte inferior interior con al menos un imán (16) que interactúa con la pieza metálica (11) del
 resalte anular (17).
- 45 3. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior
 vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1-2, que se **caracteriza**
porque
- el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) está realizado en forma de
 barra cilíndrica (18), de modo que una porción de la parte inferior de la barra cilíndrica (18) sobresale de la guía
 50 cilíndrica hueca (10), y en dicha porción inferior, la barra cilíndrica (18) tiene además del obturador (13) para
 cerrar el paso del líquido a través del orificio (4), un flotador inferior (19) que se encuentra fijado de forma coaxial
 en la barra cilíndrica (18), por encima del obturador (13), y que limita el movimiento vertical ascendente de la
 barra cilíndrica (18);
 - el peso del elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), se escoge de
 modo que se cumpla la condición $F_{Amax}^{CMP} > F_{mg}^{CMP}$, donde F_{Amax}^{CMP} es el peso total del líquido desalojado por el
 55 elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), y F_{mg}^{CMP} es el peso del
 conjunto formado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14);
 - el volumen del elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior (19) y el limitador (14), y el
 diámetro del orificio (4), se seleccionan de modo que se cumpla la condición $F_A^{CMP}(h) < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}(h)$, donde
 60 $F_A^{CMP}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13), el flotador inferior
 (19) y el limitador (14) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h , y $F_{ph}(h)$ es la
 presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4);
 - el material con el que se fabrica la barra cilíndrica (18) se escoge de modo que $\rho^b \geq \rho^l$, donde ρ^b es la densidad
 total de la barra cilíndrica (18) y ρ^l es la densidad del líquido que entra en el receptor de líquido (1).

4. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1-2, que se **caracteriza porque**
- 5 • el elemento central móvil (12) que se desplaza dentro de la guía cilíndrica hueca (10) está realizado en forma de hilo (20);
 - el obturador (13) está realizado en forma de elemento hueco (21), de modo que actúa también como flotador, con un contrapeso (22) alojado en su parte inferior interna;
 - 10 • el peso del elemento hueco (21) se escoge de modo que se cumpla la condición $F_{Arch}^{bl} > F_{mg}^{bl}$, donde F_{Arch}^{bl} es el peso del líquido desalojado por el elemento hueco (21) y F_{mg}^{bl} es el peso del elemento hueco (21);
 - el volumen del elemento hueco (21) se selecciona de modo que se cumpla la condición $F_{Arch}^{bl}(h) < F_{mg}^{bl} + F_{ph}(h)$, donde $F_{Arch}^{bl}(h)$ es el peso del líquido desalojado por el elemento hueco (21) cuando la altura de la columna de líquido en el receptor de líquido (1) es h y $F_{ph}(h)$ es la presión que la columna de líquido de altura h ejerce sobre el área del orificio (4);
 - 15 • la distancia de separación entre la parte inferior de la guía cilíndrica hueca (10) y la pieza (9) que tiene el orificio (4) es menor que la mitad de la altura del elemento hueco (21).

5. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1-4, que se **caracteriza porque** el receptor de líquido (1) cuenta con un orificio de vaciado de emergencia (23), situado a una distancia preestablecida $h1$ por encima del punto más alto del limitador (14), y a dicho orificio de vaciado de emergencia (23) se encuentra conectado un tubo de vaciado de emergencia (24).

6. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1 - 5, que se **caracteriza porque** el receptor de líquido (1) tiene en su parte superior, un filtro de aire (25) situado a una distancia preestablecida $h2$ por encima del punto más alto del limitador (14), siendo $h2 > h1$.

7. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1 - 6, que se **caracteriza por** tener una bolsa colectora (26) de líquido conectada al tubo de desagüe (3) y al tubo de vaciado de emergencia (24), situada a un nivel más bajo que el receptor de líquido (1) y cuyo volumen es n veces superior al volumen del receptor de líquido (1), siendo n un número entero mayor que la unidad.

8. Dispositivo para la medición automática del volumen de un fluido que corre por un conducto y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de fluido acumulado según las reivindicaciones 1 - 7, que se **caracteriza porque** la conexión entre la unidad electrónica (5) y la unidad de cálculo (6) se realiza de forma inalámbrica.

9. Procedimiento para la medición automática de la cantidad de líquido que fluye y su posterior vaciado autónomo en función de la cantidad de líquido acumulado empleando un dispositivo según las reivindicaciones 1 - 8, que se **caracteriza porque**

- a) se realiza la conexión del conducto (2) a la fuente de líquido;
- 45 b) se seleccionan en la unidad de cálculo (6) las características del receptor de líquido (1) que se va a utilizar, de modo que la unidad de cálculo (6) pueda no sólo ajustar el campo de medida del sensor capacitivo (7) en función de las dimensiones del receptor de líquido (1), sino también determinar el valor R_1 correspondiente con el volumen máximo de líquido que puede contener;
- c) se inicia un ciclo en el que se realiza la medición i del volumen de líquido V_i contenido en el receptor de líquido (1) con un intervalo de tiempo predeterminado T_1 , utilizando para ello el sensor capacitivo (7);
- 50 d) en la unidad de cálculo (6) se calcula el flujo relativo de líquido que ha fluido de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q_i = \frac{V_i - V_{i-1}}{T_1} \quad \text{para } i = 1, 2, 3, \dots$$

- e) se produce una señal de alarma para el operador en caso de que no se cumpla la condición $Q_D < Q_i(t) < Q_U$, donde Q_D y Q_U son valores límites determinados previamente;
- 55 f) al comenzar a llenarse el receptor de líquido (1) $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$, donde F_A^{CMP} es el peso del líquido desalojado por el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) y F_{ph} es la presión del nivel de líquido en el área del orificio, por lo que el orificio (4) permanece cerrado y el receptor de líquido (1) continúa llenándose;
- g) en el momento en que $V_i = R_1 - \varepsilon$, siendo ε un valor muy pequeño predeterminado, se alcanza el punto límite de llenado del receptor de líquido (1), pero como en este punto $F_{Arch}^F < F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) continúa inmóvil, sin emerger, y el orificio (4) permanece cerrado;
- 60

- h) en el momento en que $V_i > R_1 - \varepsilon$, siendo ε un valor muy pequeño predeterminado, la unidad de cálculo (6) interrumpe el cálculo del flujo relativo de líquido Q_i que ha fluido;
- i) cuando $F_{Arch}^F > F_{mg}^F + F_{im}$, el flotador superior (15) comienza a emerger hacia arriba;
- 5 j) en el momento en el que el flotador superior (15) entra en contacto con el limitador (14), siendo la energía cinética E_K^F del flotador superior (15) mayor que la energía potencial E_p^{CMP} del elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14), el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) empiezan a emerger hacia arriba, por lo que el orificio (4) se abre, se empieza a vaciar el receptor de líquido (1) y se interrumpe la acción de la fuerza F_{ph} ;
- 10 k) a medida que el receptor de líquido (1) se vacía, el flotador superior (15) desciende por gravedad hasta llegar a su posición inicial, y el elemento central móvil (12), el obturador (13) y el limitador (14) van descendiendo con el nivel de líquido;
- l) en el momento en el que $V_i \leq \rho$, siendo ρ un valor predeterminado, el orificio (4) se cierra con el obturador (13), reaparece la acción de la fuerza F_{ph} por lo que se cumple nuevamente la condición $F_A^{CMP} < F_{mg}^{CMP} + F_{ph}$ y el receptor de líquido (1) está listo para volver a llenarse, y se vuelve al paso (d).
- 15

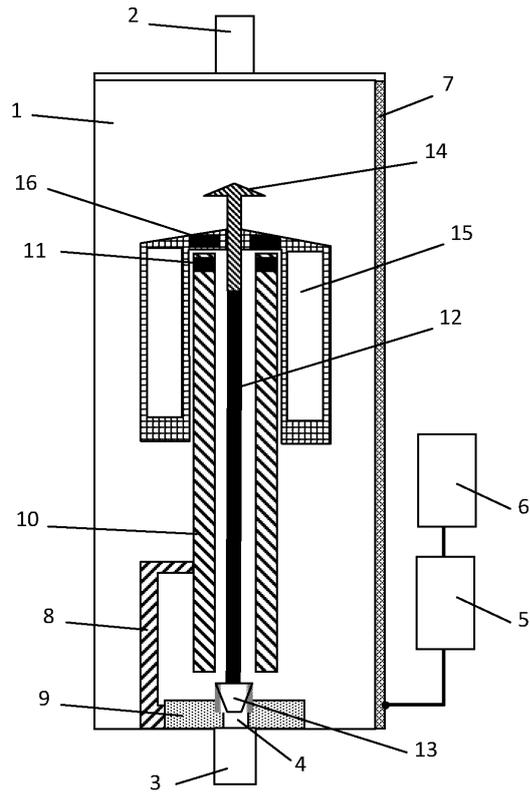


Fig. 1

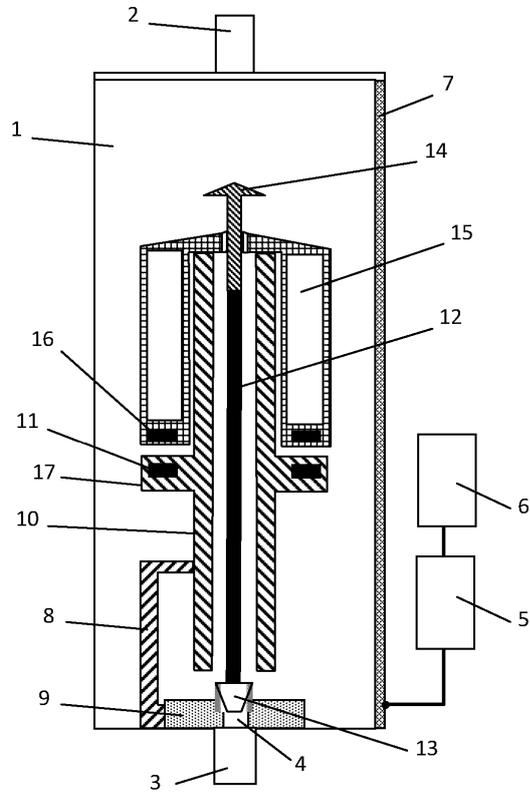


Fig. 2

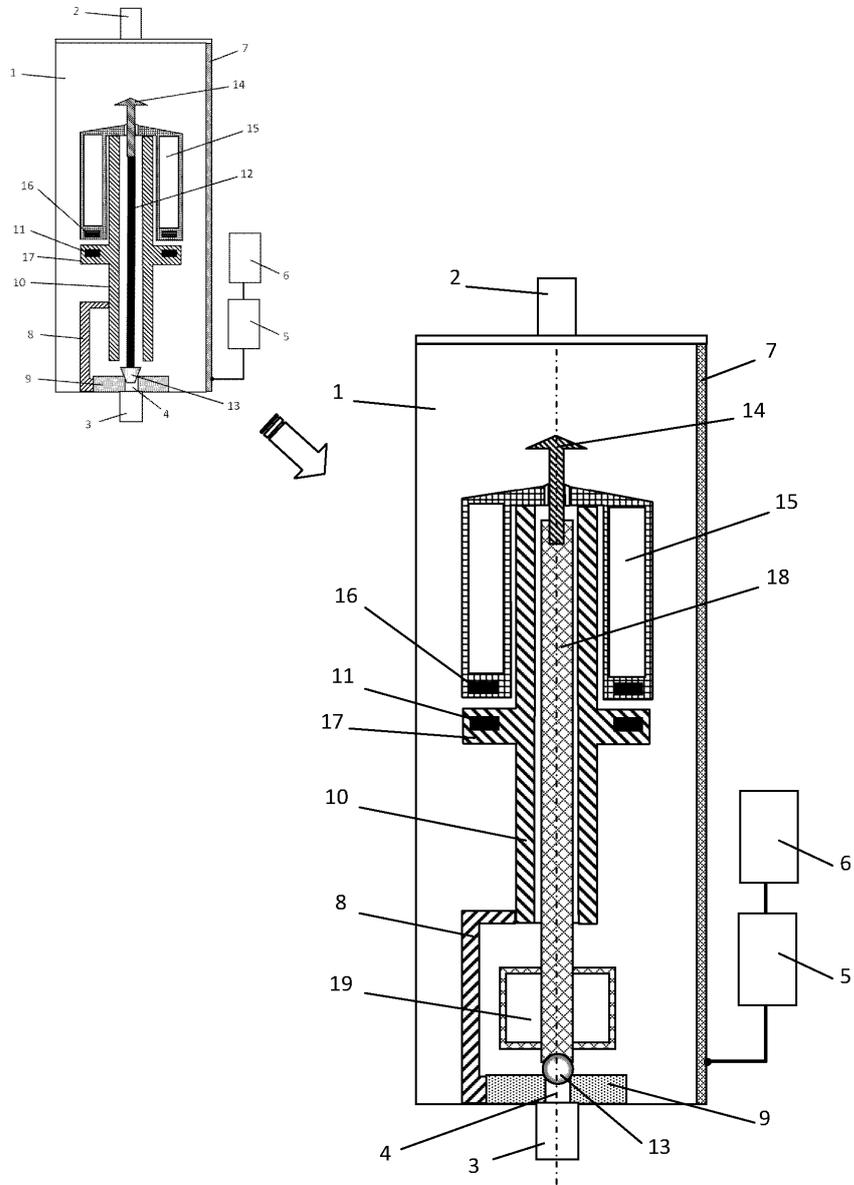


Fig. 3

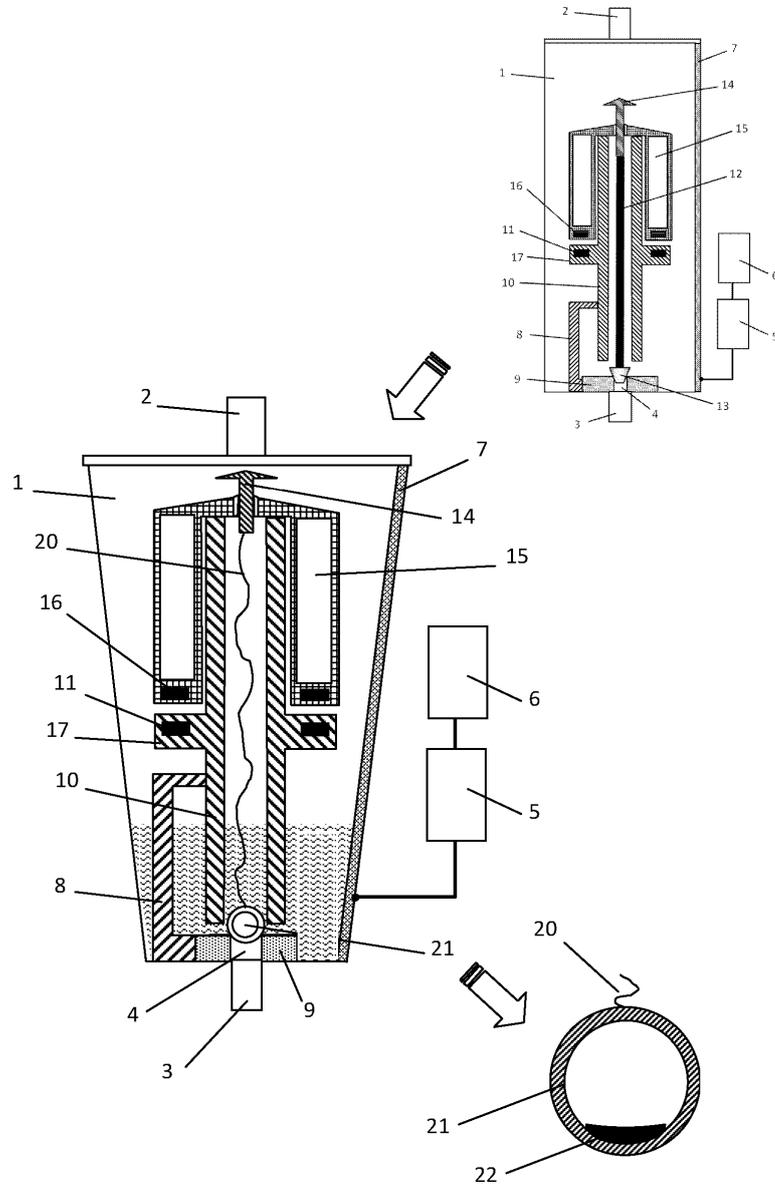


Fig. 4

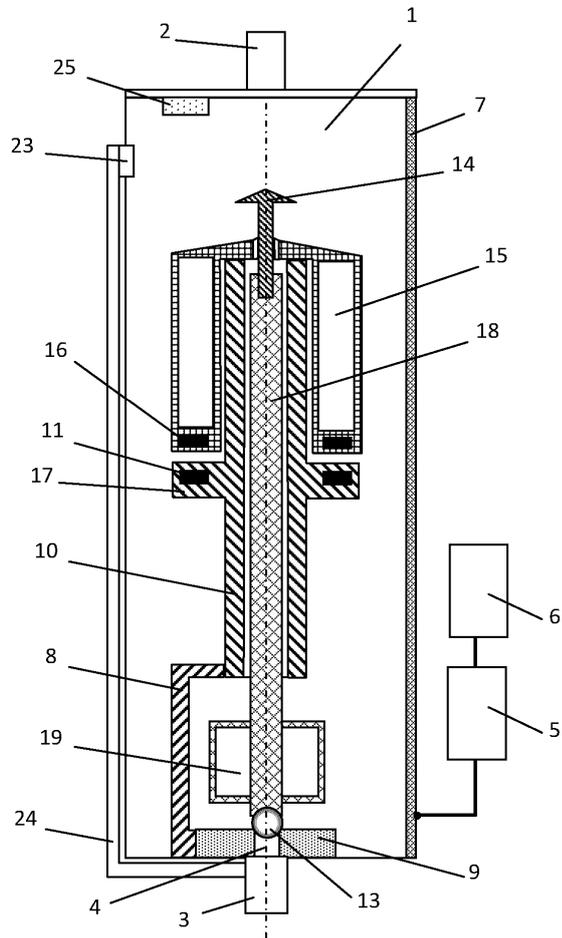


Fig. 5

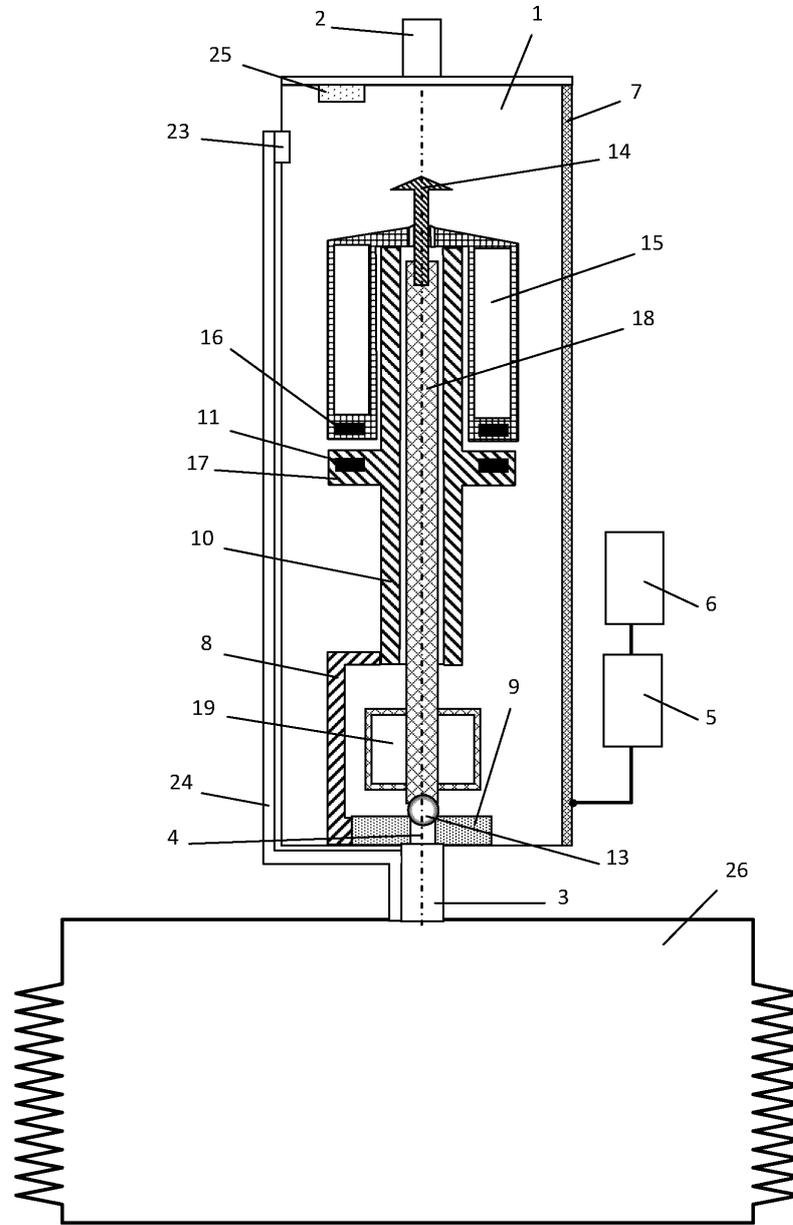


Fig. 6

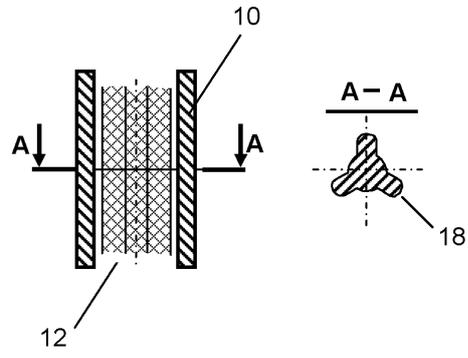


Fig. 7

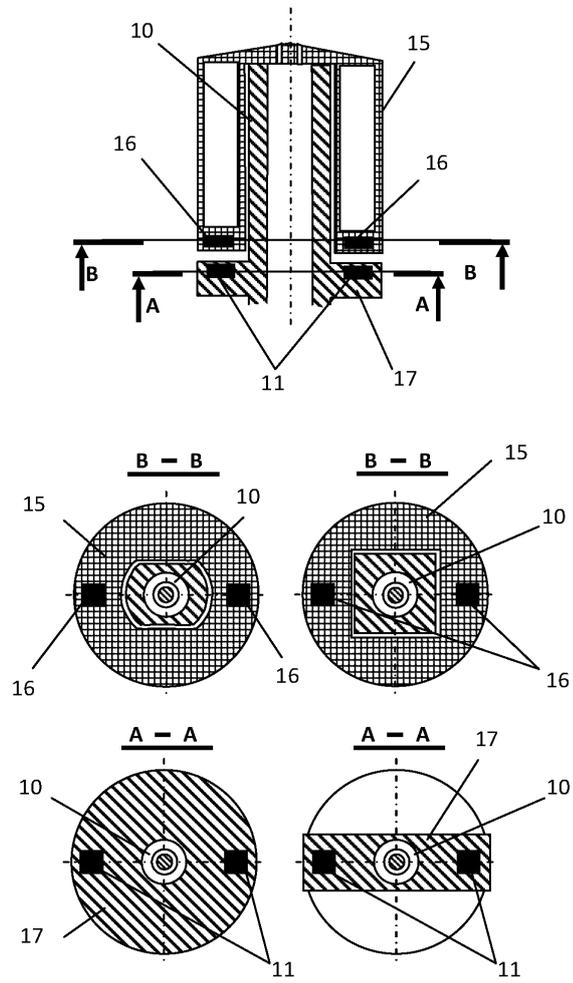
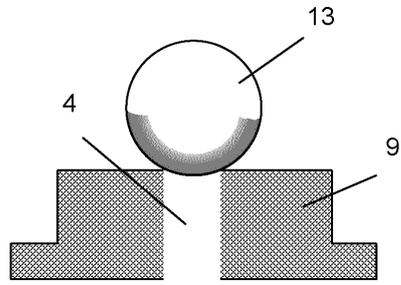
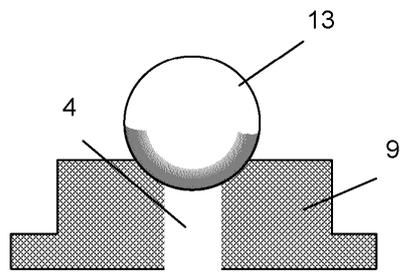


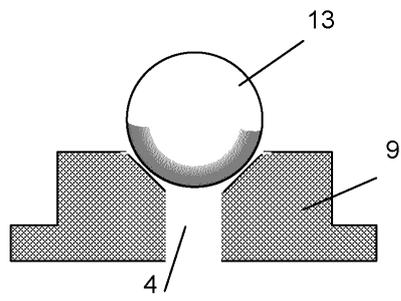
Fig. 8



(a)



(b)



(c)

Fig. 9