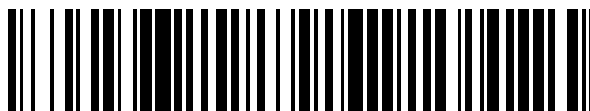


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 248**

51 Int. Cl.:

**A61M 5/14** (2006.01)

**A61M 5/168** (2006.01)

**A61M 5/172** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2016 PCT/US2016/024071**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16160527**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2016 E 16715691 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3277341**

54 Título: **Sistemas y métodos de gestión de flujo intravenoso (IV)**

30 Prioridad:

**01.04.2015 US 201562141398 P**  
**23.03.2016 US 201615078727**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.02.2020**

73 Titular/es:

**BECTON, DICKINSON AND COMPANY (100.0%)**  
**1 Becton Drive, Mail Code 110**  
**Franklin Lakes, NJ 07417-1880, US**

72 Inventor/es:

**ISAACSON, S. RAY;**  
**HARDING, WESTON F.;**  
**SONDEREGGER, RALPH L.;**  
**MCKINNON, AUSTIN JASON y**  
**IVOSEVIC, MILAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 741 248 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistemas y métodos de gestión de flujo intravenoso (IV)

5 ANTECEDENTES

La presente invención se dirige generalmente a sistemas para administración intravenosa ("IV"), por los cuales los fluidos pueden administrarse directamente a un paciente. Más particularmente, la presente invención se refiere a sistemas y métodos dirigidos para controlar y/o gestionar el flujo de un líquido a un paciente en el contexto de un sistema de administración intravenosa alimentado por gravedad. Un sistema de administración intravenosa según la invención se usa ampliamente en la presente memoria para describir los componentes utilizados para administrar el fluido al paciente, para uso en la administración de fluido arterial, intravenoso, intravascular, peritoneal y/o no vascular. Por supuesto, un experto en la técnica puede usar un sistema de administración intravenosa para administrar fluidos en otros puntos dentro del cuerpo de un paciente.

Un método común de administrar fluidos en el flujo sanguíneo de un paciente es a través de un sistema de administración intravenosa. En muchas implementaciones comunes, un sistema de administración intravenosa puede incluir una fuente de líquido tal como una bolsa de líquido, una unidad de goteo con una cámara de goteo utilizada para moderar el caudal de fluido de la bolsa de líquido, un tubo para proporcionar una conexión entre la bolsa de líquido y el paciente y una unidad de acceso intravenoso, tal como un catéter que puede colocarse por vía intravenosa en un paciente. Un sistema de administración intravenosa también puede incluir un conector en Y que permite llevar a cuestras los sistemas de administración intravenosa y la administración de medicamentos desde una jeringuilla al tubo del sistema de administración intravenosa.

Tales sistemas de administración intravenosa a menudo funcionan a través de "alimentación por gravedad". En un sistema de alimentación por gravedad, la fuente de líquido puede elevarse por encima del paciente, de modo que existe una "presión" o diferencial de presión entre el líquido en la fuente de líquido y el punto en el que se administra el líquido al paciente. El diferencial de presión puede permitir que se eliminen las bombas u otros mecanismos de transferencia de fluidos, reduciendo así el coste y el volumen del sistema de administración intravenosa.

Desafortunadamente, muchos de estos sistemas de administración intravenosa tienen dificultades para mantener un flujo constante del líquido al paciente. El nivel del líquido en la fuente de líquido disminuirá con el tiempo y el paciente podrá moverse, lo que provocará variaciones en el diferencial de presión que determina el caudal del líquido. Además, los tubos y/u otros componentes del sistema de administración intravenosa pueden quedar pinzados, bloqueados u obstruidos de otra manera, lo que resulta en cambios inesperados en el caudal del líquido.

Actualmente, los médicos a menudo miden el caudal del líquido contando las gotas que entran en la cámara de goteo durante un período de tiempo establecido. Luego, el médico debe calcular el caudal resultante y compararlo con el caudal deseado para determinar el ajuste necesario del caudal. Este ajuste del caudal se puede hacer luego ajustando manualmente un dispositivo tal como una abrazadera en el tubo. Luego, el médico puede contar las gotas que entran en la cámara de goteo de nuevo para determinar si se ha alcanzado el caudal deseado. Este procedimiento requiere mucho tiempo para el médico y está sujeto a errores humanos.

Por consiguiente, se necesita un método más fiable y que requiera menos tiempo para controlar el caudal del líquido administrado a través de un sistema de administración intravenosa. Además, con el fin de reducir el coste de la prestación de asistencia médica, existe la necesidad de que tales métodos sean simples y rentables, y preferiblemente evitar la necesidad de equipos complicados.

El documento US 2005/059926 describe un dispositivo para la administración precisa de líquido que comprende un canal de flujo a través del cual fluye el líquido.

El documento US 5.899.665 A describe un sensor de flujo que detecta gotas de fluido de infusión que entran en la cámara de goteo de un sistema de infusión y genera una indicación de señal de detección de caída cada gota detectada.

El documento EP 0 229 354 A2 describe un controlador de flujo que detecta intervalos entre gotas sucesivas y responde a la detección de intervalos que son demasiado largos cerrando el funcionamiento del conjunto de administración si el flujo anormal que causa el intervalo largo no se puede corregir.

El documento WO 2009/046182 A1 describe sistemas y métodos para la administración de fluidos médicos.

El documento WO 2005/118051 A2 describe un sistema de control de flujo intravenoso (IV) que proporciona un control de bucle cerrado para mantener un caudal deseado.

El documento WO 2013/070337 A1 revela que la inclinación de una cámara de goteo desde su eje vertical durante la administración de fluido puede tener efectos negativos sobre la precisión de los sistemas configurados para el conteo de gotas y/o para la medición volumétrica de gotas individuales que pasan a través de la cámara de goteo.

BREVE COMPENDIO DE LA INVENCION

La materia objeto de la invención se define por la reivindicación independiente 1.

5 Las realizaciones de la presente invención se dirigen generalmente a sistemas para controlar el caudal de líquido a través de un sistema de administración intravenosa. El sistema de administración intravenosa puede tener una fuente de líquido que contenga un líquido para ser administrado a un paciente, una unidad de goteo y un tubo. El tubo puede tener un primer extremo conectable a la fuente de líquido, y un segundo extremo conectable a una tapa de ventilación y/o una unidad de administración intravenosa que proporciona el líquido por vía intravenosa al paciente.

10 El sistema de administración intravenosa puede tener un sistema de control de caudal que controla el caudal del líquido al paciente. El sistema de control de caudal puede tener un sensor de caudal, un regulador de caudal y un controlador. El sensor de caudal puede detectar el caudal del líquido que fluye a través del sistema de administración intravenosa y transmitir una señal de caudal indicativa del caudal al controlador. El controlador puede comparar el caudal con un caudal deseado y, si es necesario, transmitir una señal de control al regulador de caudal para hacer que el regulador de caudal se mueva a un estado diferente, en el que se proporciona un caudal mayor o menor del líquido.

15 El sensor de caudal se puede acoplar a la unidad de goteo para medir la velocidad a la que el líquido fluye a través de la unidad de goteo. Esto se puede lograr contando las gotas del líquido que entran en la cámara de goteo dentro de un período de tiempo predeterminado, midiendo la masa diferencial del líquido durante un período de tiempo predeterminado, midiendo el volumen diferencial del líquido durante un período de tiempo predeterminado, midiendo una diferencia en la temperatura del líquido aguas arriba y aguas abajo de una fuente de calor, y/o mediante el uso de otros métodos.

20 En una realización, el sensor de caudal puede tener una cavidad interior que recibe la parte inferior de la unidad de goteo, con brazos que se extienden hacia arriba hacia la parte superior de la unidad de goteo. Un brazo puede tener una fuente de luz y el otro brazo puede tener un sensor de luz que detecta la luz de la fuente de luz. Las gotas de líquido que entran en la cámara de goteo pueden bloquear la luz y, por lo tanto, pueden detectarse y contarse mediante el uso del sensor de luz.

25 El sensor de caudal puede tener un receptor de características clave que recibe una característica clave en la unidad de goteo para proporcionar información pertinente a la unidad de goteo al sensor de caudal, tal como el tamaño del orificio a través del cual las gotas del líquido entran en la cámara de goteo. Por lo tanto, el número de gotas se puede contar para determinar el caudal del líquido a la cámara de goteo.

30 El regulador de caudal se puede acoplar al tubo para controlar el caudal de líquido a través del tubo comprimiendo el tubo en grados variables. El regulador de flujo puede tener un miembro que pinza que se desliza a lo largo de una ranura orientada en un ángulo con respecto al tubo, de modo que el miembro que pinza cierra el tubo en el extremo de la ranura que está más cerca del tubo, y permite que el tubo esté completamente abierto en el extremo de la ranura que está más alejado del tubo. Alternativamente, el regulador de caudal puede tener un miembro de leva con un borde curvado de radio variable que gira a diferentes orientaciones para pinzar de manera variable el tubo entre el borde curvado de radio variable y un miembro opuesto.

35 El sensor de caudal puede transmitir una señal de caudal indicativa del caudal al controlador. El controlador puede comparar el caudal con el caudal deseado, y puede enviar una señal de control para el regulador de caudal, si es necesario. La señal de caudal y la señal de control pueden enviarse y recibirse a través de una transmisión por cable o inalámbrica. El controlador puede tener un dispositivo de entrada de usuario y una pantalla de visualización que facilita la recepción de datos de un usuario, tal como un médico, y facilita la visualización de otra información, tal como el caudal, al médico.

40 Estas y otras características y ventajas de la presente invención pueden incorporarse en ciertas realizaciones de la invención y se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones adjuntas, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención como se expone a continuación. La presente invención no requiere que todas las características ventajosas y todas las ventajas descritas en la presente memoria se incorporen en cada realización de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DIVERSAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

45 Con el fin de que se comprenda fácilmente la manera en la que se obtienen las anteriormente mencionadas y otras características y ventajas de la invención, una descripción más particular de la invención descrita brevemente más arriba se presentará con referencia a realizaciones específicas de la misma que se ilustran en los dibujos adjuntos. Estos dibujos representan solamente realizaciones típicas de la invención y, por lo tanto, no deben considerarse limitantes del alcance de la invención.

65

La figura 1 es una vista en alzado frontal de un sistema de administración intravenosa con un sistema de control de caudal según una realización;

la figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar el caudal del líquido administrado con un sistema de administración intravenosa, según una realización;

la figura 3 es una vista en alzado frontal de una unidad de goteo y un sensor de caudal según una realización;

la figura 4 es una vista en sección frontal en alzado de un regulador de caudal según una realización;

la figura 5 es una vista en alzado frontal de un regulador de caudal según una realización; y

la figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar el caudal del líquido administrado con un sistema de administración intravenosa, según una realización alternativa.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las realizaciones actualmente preferidas de la presente invención pueden entenderse por referencia a los dibujos, en donde números de referencia similares indican elementos idénticos o funcionalmente similares. Se comprenderá fácilmente que los componentes de la presente invención, tal como se describen e ilustran en general en las figuras de la presente memoria, podrían disponerse y diseñarse en una amplia variedad de configuraciones diferentes. Por lo tanto, la siguiente descripción más detallada, como se representa en las figuras, no pretende limitar el alcance de la invención como se reivindica, sino que es meramente representativa de realizaciones actualmente preferidas de la invención.

Además, las figuras pueden mostrar vistas simplificadas o parciales, y las dimensiones de los elementos en las figuras pueden estar exageradas, o de otro modo no ser proporcionales, por claridad. Además, las formas singulares "un", "uno", "una" y "el", "la" incluyen referentes plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a un terminal incluye la referencia a uno o más terminales. Además, cuando se hace referencia a una lista de elementos (por ejemplo, elementos a, b, c), se pretende que dicha referencia incluya uno de los elementos enumerados por sí mismo, cualquier combinación de no todos los elementos enumerados, y/o una combinación de todos los elementos enumerados.

El término "substancialmente" significa que la característica, el parámetro o el valor citados no necesitan lograrse exactamente, pero que las desviaciones o variaciones, que incluyen, por ejemplo, tolerancias, errores de medición, limitaciones de precisión de medición y otros factores conocidos por los expertos en la técnica, puede ocurrir en cantidades que no impidan el efecto que la característica pretendía proporcionar.

Como se usa en la presente memoria, los términos "proximal", "superior", "arriba" o "hacia arriba" se refieren a un punto en el dispositivo que está más cerca del médico que usa el dispositivo y más alejado del paciente en conexión con el cual el dispositivo se utiliza cuando el dispositivo se utiliza en su funcionamiento normal. Por el contrario, los términos "distal", "inferior", "abajo" o "hacia abajo" se refieren a un punto en el dispositivo que está más alejado del médico que usa el dispositivo y más cercano al paciente en conexión con el cual se usa el dispositivo cuando el dispositivo se utiliza en su funcionamiento normal.

Como se usa en la presente memoria, el término "dentro" o "hacia adentro" se refiere a un punto con respecto al dispositivo que, durante el uso normal, está hacia el interior del dispositivo. Por el contrario, como se usa en la presente memoria, el término "fuera" o "hacia afuera" se refiere a un punto con respecto al dispositivo que, durante el uso normal, está hacia el exterior del dispositivo.

Con referencia a la figura 1, una vista frontal en alzado ilustra un sistema 100 de administración intravenosa según una realización. Como se muestra, el sistema 100 de administración intravenosa puede tener varios componentes, que pueden incluir una fuente 102 de líquido, una unidad 104 de goteo, un tubo 106, una unidad 108 de retención, una tapa 110 de ventilación y una unidad 112 de acceso intravenoso. La forma en que que estos componentes se ilustran en la figura 1 es meramente ejemplar; los expertos en la técnica reconocerán que existe una amplia variedad de sistemas de administración intravenosa. Por lo tanto, los diversos componentes del sistema 100 de administración intravenosa pueden omitirse, reemplazarse y/o complementarse con componentes diferentes a los ilustrados.

La fuente 102 de líquido puede tener un recipiente que contiene un líquido 122 para ser administrado por vía intravenosa a un paciente. La fuente 102 de líquido puede, por ejemplo, tener una membrana 120, que puede estar formada por un polímero flexible translúcido o similar. La membrana 120 puede tener una configuración similar a una bolsa. La membrana 120 puede estar conformada para contener el líquido 122.

La unidad 104 de goteo puede diseñarse para recibir el líquido 122 de la membrana 120 a una velocidad medida, por ejemplo, como una serie de goteos que se producen a una velocidad constante y predecible. La unidad 104 de goteo se puede colocar debajo de la membrana 120 para recibir el líquido 122 a través de la alimentación por gravedad. La unidad 104 de goteo puede tener un dispositivo 130 receptor que recibe el líquido 122 de la fuente 102 de líquido, una característica 132 de goteo que determina la velocidad a la que el líquido 122 es recibido por la unidad 104 de goteo, y una pared 133 exterior que define una cámara 134 de goteo en la que se recoge el líquido 122. La característica 132 de goteo puede tener un orificio 136 a través del cual el líquido 122 pasa para alcanzar la

cámara 134 de goteo; el tamaño (por ejemplo, el diámetro) del orificio 136 puede determinar el tamaño de las gotas 138 y, por lo tanto, el volumen del líquido 122 en cada una de las gotas 138.

5 El tubo 106 puede ser un tubo estándar de calificación médica. El tubo 106 puede estar formado de un material flexible, translúcido, tal como un caucho de silicona. El tubo 106 puede tener un primer extremo 140 y un segundo extremo 142. El primer extremo 140 se puede acoplar a la unidad 104 de goteo, y el segundo extremo 142 se puede acoplar a la tapa 110 de ventilación, de manera que el líquido 122 fluya desde la unidad 104 de goteo a la tapa 110 de ventilación, a través del tubo 106.

10 La unidad 108 de retención se puede usar para retener varios otros componentes del sistema 100 de administración intravenosa. Como se muestra, la unidad 108 de retención puede tener un cuerpo 150 principal y una extensión 152. En general, el tubo 106 puede estar conectado al cuerpo 150 principal próximo al primer extremo 140, y a la extensión 152 próxima al segundo extremo 142. Se pueden usar varios bastidores, soportes y/u otras características además de o en lugar de la unidad 108 de retención.

15 La tapa 110 de ventilación puede estar acoplada al segundo extremo 142 del tubo 106. La tapa 110 de ventilación puede tener una ventilación, tal como una membrana hidrófila que es substancialmente permeable al aire, pero no al líquido 122. Por lo tanto, el aire de dentro de la tapa 110 de ventilación se puede descargar del sistema 100 de administración intravenosa, con una fuga limitada del líquido 122 del sistema 100 de administración intravenosa.

20 La unidad 112 de acceso intravenoso se puede usar para suministrar el líquido 122 al sistema vascular del paciente. La unidad 112 de acceso intravenoso puede tener un primer extremo 160 y un extremo 162 de acceso con una cánula u otra característica configurada para administrar el líquido 122 internamente al paciente. El primer extremo 160 se puede conectar al segundo extremo 142 del tubo 106 en lugar de la tapa 110 de ventilación. De este modo, cuando el sistema 100 de administración intravenosa está completamente cebado, la unidad 112 de acceso intravenoso se puede acoplar al segundo extremo 142 del tubo 106 en lugar de la tapa 110 de ventilación. En realizaciones alternativas (no mostradas), se pueden usar varios conectores, tales como los adaptadores en Y, para conectar el primer extremo 160 de la unidad 112 de acceso intravenoso al tubo 106 sin separar la tapa 110 de ventilación del segundo extremo 142 del tubo 106.

30 El sistema 100 de administración intravenosa puede cebarse conectando los componentes (excepto la unidad 112 de acceso intravenoso) como se ilustra en la figura 1, y luego permitiendo que el líquido 122 se alimente por gravedad a través de la unidad 104 de goteo y del tubo 106 a la tapa 110 de ventilación. Si se desea, la unidad 104 de goteo puede apretarse o presurizarse de otra manera para acelerar el flujo del líquido 122 a través del tubo 106.

35 Cuando el líquido 122 fluye a través del tubo 106, el aire puede quedar atrapado en el líquido 122. Este aire puede moverse desde el primer extremo 140 del tubo 106, hacia el segundo extremo 142 del tubo 106, junto con la columna del líquido 122. Este aire atrapado puede congregarse en burbujas cerca del segundo extremo 142 del tubo 106. La tapa 110 de ventilación puede estar diseñada para recibir el líquido 122 para permitir que dichas burbujas de aire sean descargadas del sistema 100 de administración intravenosa a través de la tapa 110 de ventilación. Una vez que se ha descargado el aire de dentro del sistema 100 de administración intravenosa, la unidad 112 de acceso intravenoso puede acoplarse al segundo extremo 142 del tubo 106 y usarse para administrar el líquido 122 al paciente.

45 El sistema 100 de administración intravenosa también puede incluir un sistema 170 de control de caudal que monitoriza y controla el caudal del líquido 122 al paciente. El sistema 170 de control de caudal puede tener un sensor 180 de caudal, un regulador 182 de caudal y un controlador 184. El sensor 180 de caudal, el regulador 182 de caudal y el controlador 184 pueden conectarse entre sí de una manera que permitan a las señales pasar entre ellas, por ejemplo, a través de cables 186.

50 El sensor 180 de caudal puede detectar el caudal de líquido 122 que pasa a través de la unidad 104 de goteo, y transmitir una señal de caudal al controlador 184 indicativa del caudal. El controlador 184 puede determinar si el caudal es demasiado grande o demasiado pequeño y puede transmitir una señal de control correspondiente al regulador 182 de caudal. El regulador 182 de caudal puede entonces funcionar para reducir o aumentar el caudal del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa. Este método se mostrará y describirá con mayor detalle en conexión con la figura 2.

60 El sensor 180 de caudal se muestra de forma generalizada y, por lo tanto, puede tener una variedad de configuraciones. Como se muestra, el sensor 180 de caudal se puede asegurar a la unidad 104 de goteo para medir el caudal del líquido 122 a través de la unidad 104 de goteo. En realizaciones alternativas, el sensor 180 de caudal se puede asegurar y/o posicionar cerca de otro componentes, tales como la fuente 102 de líquido, el tubo 106, la unidad 108 de retención y/o la unidad 112 de acceso intravenoso, para medir el caudal del líquido 122 a través de esos componentes.

65 El sensor 180 de caudal puede incluir cualquiera de una amplia variedad de tipos de sensores. según algunas realizaciones, el sensor 180 de caudal puede funcionar contando el número de gotas 138 recibidas dentro de la

- 5 cámara 134 de goteo dentro de un período de tiempo predeterminado, de una manera similar a la seguida por los médicos cuando evalúan manualmente los caudales de sistemas de administración intravenosa existentes. Por ejemplo, el sensor 180 de caudal puede tener una fuente de luz (no mostrada) y un sensor óptico (no mostrado) situados en lados opuestos de la unidad 104 de goteo. El sensor óptico puede detectar la oclusión de la fuente de luz debido a la existencia de una de las gotas 138 entre el sensor óptico y la fuente de luz, y así puede registrar la presencia de la gota 138. El sensor 180 de caudal puede incrementar una cuenta cada vez que se mide una nueva oclusión para contar el número de gotas 138. Un ejemplo de dicho sensor 180 de caudal se mostrará y se describirá en conexión con la figura 3.
- 10 Como otra realización ejemplar en la que el sensor 180 de caudal cuenta las gotas 138, se pueden colocar electrodos (no mostrados) en el interior de la cámara 134 de goteo de modo que cada gota 138 complete un circuito eléctrico para indicar la presencia de la gota 138. El sensor 180 de caudal puede contar la cantidad de veces que el circuito se cierra para contar el número de gotas 138. Otros métodos ejemplares para contar las gotas 138 incluyen el uso de un sensor acústico (no mostrado) dentro de la cámara 134 de goteo para contar el número de veces que una gota 138 golpea el líquido 122 dentro de la cámara de goteo 134 en función de la energía acústica resultante, y el uso de un flotador (no mostrado) con un acelerómetro u otro sensor de movimiento (no mostrado) que detecta las ondas resultantes para contar las gotas 138.
- 15 En otras realizaciones, el sensor 180 de velocidad de flujo puede medir diferentes valores para determinar el caudal de líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa. Por ejemplo, se puede usar una escala (no mostrada) para medir el peso de uno o más componentes del sistema 100 de administración intravenosa. Por ejemplo, la fuente 102 de líquido puede colgarse de un gancho u otro implemento (no mostrado) conectado a una célula de carga basada en una galga extensométrica o similar (no mostrada) para medir el peso de la fuente 102 de líquido, la unidad 104 de goteo y/o la parte del tubo 106 que está soportada por el gancho. Las mediciones de peso se pueden tomar antes y después de un período de tiempo predeterminado. El peso diferencial puede ser el peso del líquido 122 que ha fluído desde los componentes colgantes al paciente durante el período de tiempo predeterminado. Si se desea, el líquido 122 que se administrará al paciente puede prepararse gravimétricamente para que se conozca el caudal deseado (en peso) del líquido 122.
- 20 En otras realizaciones, el sensor 180 de caudal puede medir cambios en el volumen del líquido 122 para determinar el caudal del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa. Por ejemplo, el volumen del líquido 122 restante en la fuente 102 de líquido se puede medir antes y después del paso de un período de tiempo predeterminado. El volumen diferencial puede ser el volumen de líquido 122 que ha fluído a través del sistema 100 de administración intravenosa durante el período de tiempo predeterminado. El volumen puede medirse, por ejemplo, midiendo la presión del líquido 122 en la parte inferior de la fuente 102 de líquido con un sensor de presión (no mostrado) o similar. La presión del líquido 122 dentro de la fuente 102 de líquido puede proporcionar la altura de la columna de líquido 122 (sobre el sensor de presión), y esto, en combinación con el área transversal horizontal de la fuente 102 de líquido, puede usarse para obtener el volumen del líquido 122 dentro de la fuente 102 de líquido.
- 25 El volumen de líquido 122 puede medirse adicional o alternativamente midiendo la altura del líquido 122 dentro de la fuente 102 de líquido mediante el uso de electrodos (no mostrados) en la pared de la fuente 102 de líquido. La inductancia y/o la capacitancia entre los electrodos se pueden medir para determinar la altura de la columna de líquido 122. De nuevo, se puede usar el área transversal horizontal de la fuente 102 de líquido, en combinación con el cambio en la altura de la columna del líquido 122, para determinar el volumen de líquido 122 que ha fluído a través del sistema 100 de administración intravenosa. La resolución de las mediciones de altura que se pueden realizar a través de este método puede limitarse a la separación entre los electrodos adyacentes. La precisión de la medición puede mejorarse utilizando muchos electrodos y colocándolos cerca y/o seleccionando un período de tiempo predeterminado más largo para la medición.
- 30 En otras realizaciones más, el sensor 180 de caudal puede medir otros aspectos del líquido 122. Por ejemplo, el sensor 180 de caudal puede incluir una fuente de calor (no mostrada) como un calentador resistivo y dos sensores de temperatura (no mostrados), tales como termopares, que pueden situarse aguas arriba y aguas abajo de la fuente de calor. El diferencial de temperatura entre los dos sensores de temperatura puede ser proporcional al caudal del líquido, ya que un flujo más rápido puede acelerar la transferencia de calor por convección desde la fuente de calor hasta el sensor de temperatura aguas abajo. Algunos de dichos sensores de caudal son comercializados por Sensirion, AG de Suiza. Los sensores de temperatura y la fuente de calor pueden situarse de manera beneficiosa en una trayectoria de fluido relativamente estrecha, tal como el de la parte inferior de la unidad 104 de goteo y/o del tubo 106, para minimizar la turbulencia y otros factores que podrían de otro modo causar un flujo impredecible del calor desde la fuente de calor.
- 35 Estos son solamente algunos ejemplos de sensores de caudal que pueden usarse dentro del alcance de la presente descripción. Se conoce una amplia variedad de sensores y métodos para la detección de caudales de líquidos; los expertos en la técnica reconocerán que un sistema de control de caudal, tal como el sistema 170 de control de caudal, puede utilizar cualquier sensor y cualquier método conocidos.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

El regulador 182 de caudal también se muestra de forma generalizada y también puede tener una variedad de configuraciones. El regulador 182 de caudal se puede acoplar al tubo 106 entre el primer extremo 140 y el segundo extremo 142. Si se desea, el regulador 182 de caudal puede actuar como una válvula, y solamente puede tener un estado abierto que permita un flujo relativamente libre del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa, y un estado cerrado en el que no se permita dicho flujo. Adicional o alternativamente, el regulador 182 de caudal puede tener múltiples estados abiertos que proporcionan velocidades de flujo variables (por ejemplo, un estado más abierto y un estado menos abierto). El regulador 182 de caudal puede tener solamente un número limitado de estados discretos, o puede proporcionar un ajuste continuo entre dos estados finales, tales como un estado completamente abierto y un estado completamente cerrado.

El regulador 182 de caudal puede incluir cualquiera de una amplia variedad de tipos de reguladores. Según algunas realizaciones, el regulador de flujo 182 puede funcionar aplicando un grado variable de fuerza de pinzamiento al tubo 106, proporcionando así una capacidad de ajuste del caudal del líquido 122 a través del tubo 106. Se mostrarán y describirán ejemplos de dichos modos de realización con referencia a las figuras 4 y 5.

En otras realizaciones, el regulador 182 de caudal puede regular el caudal de líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa por medio del uso de otras estructuras y/o métodos. Por ejemplo, el regulador 182 de caudal puede incluir una válvula (no mostrada), que puede tener un asiento de válvula y un émbolo que se encuentra en el asiento de la válvula en el estado cerrado, pero permite que el líquido 122 fluya entre el asiento de la válvula y el émbolo en estado abierto. Dicha válvula puede tener múltiples estados abiertos que proporcionan caudales variables, por ejemplo, en función de la cantidad de espacio a través del cual el líquido 122 puede fluir entre el émbolo y el asiento de la válvula. Existe una amplia variedad de válvulas, que incluyen, pero no están limitadas a, válvulas de bola, válvulas de mariposa, válvulas de disco de cerámica, válvulas de estrangulación, válvulas de diafragma, válvulas de compuerta, válvulas de globo, válvulas de cuchilla, válvulas de aguja, válvulas de presión, válvulas de pistón, válvulas de tapón, válvulas de asiento y válvulas de corredera. El regulador 182 de caudal puede, en diversas realizaciones, incorporar uno o más de tales diseños de válvula.

Estos son solamente algunos ejemplos de reguladores de caudal que pueden usarse dentro del alcance de la presente descripción. Se conoce una amplia variedad de sensores y de métodos para regular los caudales de líquidos; los expertos en la técnica reconocerán que un sistema de control de caudal, tal como el sistema 170 de control de caudal, puede utilizar cualquier regulador y cualquier método conocidos.

El controlador 184 se ilustra en la figura 1 en una realización más particular. Como se muestra, el controlador 184 se puede asegurar a la unidad 108 de retención para facilitar el acceso. El controlador 184 puede integrarse en un dispositivo informático que tiene un diseño similar a una tableta, con un dispositivo 190 de entrada del usuario y una pantalla 192 de visualización. El dispositivo 190 de entrada del usuario puede incluir varios botones y/o interruptores. La pantalla 192 de visualización puede utilizar cualquiera de las diversas tecnologías de visualización, y puede mostrar información para el médico, en forma de texto y/o en forma gráfica, que tenga relación con el funcionamiento del sistema 100 de administración intravenosa. Si se desea, la pantalla 192 de visualización puede ser una pantalla táctil o similar, y por lo tanto también puede actuar como un dispositivo de entrada del usuario.

El controlador 184 puede estar acoplado al sensor 180 de caudal y al regulador 182 de caudal a través de los cables 186. De este modo, el controlador 184 puede recibir señales de caudal desde el sensor 180 de caudal indicativas del caudal de líquido 122, y puede transmitir señales de control al regulador 182 de caudal que indican cómo ha de modificarse el caudal de líquido 122. El controlador 184 también puede tener un procesador capaz de recibir las señales de caudal, realizar los pasos computacionales necesarios para determinar qué señales de control deben enviarse, y generar las señales de control para su transmisión al regulador 182 de caudal.

El controlador 184 se puede usar opcionalmente para funciones además de la regulación del flujo de líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa. Por ejemplo, el controlador 184 puede ayudar a monitorear el estado del paciente y/u otros tratamientos administrados a él o a ella. Si se desea, la información de otros monitores puede ser dirigida al controlador 184 y mostrarse en la pantalla de visualización 192.

El controlador 184 de la figura 1 es meramente ejemplar. En otras realizaciones, un controlador según la presente divulgación puede ser parte de cualquier tipo de dispositivo informático, incluidos, pero no limitados a, ordenadores de sobremesa, terminales de ordenador, tabletas, teléfonos inteligentes de PDA y similares. Por lo tanto, un controlador puede tener varios componentes de hardware y software. Un controlador según la presente descripción puede diseñarse solamente para la regulación de caudal, o puede ser un dispositivo multifunción.

Además, un controlador según la presente descripción puede estar alojado en diversas estructuras. El controlador 184 de la figura 1 está en un alojamiento independiente del sensor 180 de caudal y del regulador 182 de caudal. Sin embargo, en realizaciones alternativas (no mostradas), un controlador puede estar integrado con uno o ambos sensor de caudal y sensor regulador de caudal. Dicho controlador puede estar situado en el mismo alojamiento que el sensor de caudal o que el regulador de caudal. Si se desea, los tres componentes (sensor de caudal, regulador de caudal y controlador) pueden compartir un alojamiento común, que puede, por ejemplo, acoplarse a la unidad 104 de goteo y al tubo 106, adyacente a la unidad 104 de goteo.

Se proporcionará un método 200, de forma generalizada, para controlar el flujo del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa en conexión con la figura 2. Se presentará un ejemplo más específico en conexión con la figura 6.

5 Con referencia a la figura 2, un diagrama de flujo ilustra un método 200 para controlar el flujo de una infusión a través de un sistema de administración intravenosa, según una realización. El método 200 se describirá con referencia al sistema 100 de administración intravenosa de la figura 1, incluido el sistema 170 de control de caudal. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que el método 200 puede llevarse a cabo con diferentes sistemas de administración intravenosa y/o diferentes sistemas de control de caudal. De manera similar, el sistema 100 de administración intravenosa, que incluye el sistema 170 de control de caudal, se puede usar por medio de otros métodos distintos a los de la figura 2.

15 El método 200 puede comenzar 210 con un paso 220 en el que se recibe el caudal deseado, por ejemplo, por el controlador 184. Esto se puede hacer permitiendo que un usuario, tal como un médico, introduzca el caudal deseado a través del dispositivo 190 de entrada del usuario del controlador 184. El caudal deseado puede ser un caudal volumétrico o gravimétrico específico, que puede ser un caudal ideal alrededor del cual es aceptable alguna variación. Adicional o alternativamente, el caudal deseado puede ser un intervalo de caudales volumétricos o gravimétricos que sean aceptables. Si se desea, el caudal deseado se puede mostrar en la pantalla 192 de visualización del controlador 184. El paso 220 se puede omitir si el caudal deseado ya está presente en el controlador 184, por ejemplo, de una infusión previa.

20 En un paso 225, el caudal de líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa puede medirse mediante el sensor 180 de caudal. Esto se puede hacer en cualquiera de una amplia variedad de formas, como se establece en la descripción de la figura 1. En un paso 230, el sensor 180 de caudal puede generar una señal de caudal indicativa del caudal medido. La señal de caudal puede ser transmitida por el sensor 180 de caudal.

25 En un paso 235, el controlador 184 puede recibir la señal de caudal. En un paso 240, el controlador 184 puede mostrar opcionalmente el caudal, por ejemplo, en la pantalla 192 de visualización del controlador 184. Por lo tanto, un médico puede mirar fácilmente la pantalla 192 de visualización para ver el caudal deseado y/o el caudal actual del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa.

30 En un paso 245, el caudal medido por el sensor 180 de caudal puede compararse con el caudal deseado. Esto puede implicar la comparación del caudal con un único caudal deseado, o con los límites superior e inferior de un intervalo de caudales deseados. Esta comparación puede simplemente implicar restar el caudal deseado del caudal, dando como resultado un diferencial de caudal indicativo de (a) si el caudal está por encima o por debajo del caudal deseado, y (b) la magnitud de la diferencia entre el caudal y el caudal deseado.

35 El controlador 184 puede generar una señal de control indicativa de la corrección que debe realizarse en el caudal. La señal de control puede especificar si mover el regulador 182 de caudal a un estado abierto o a un estado cerrado, y/o la magnitud de flujo que debe permitirse a través del regulador 182 de caudal. En un paso 250, la señal de control puede ser transmitida por el controlador 184.

40 En un paso 255, la señal de control puede ser recibida por el regulador 182 de caudal. En un paso 260, el regulador 182 de caudal puede modificar el caudal de líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa según la señal de control. Como se indicó anteriormente, esta modificación puede implicar mover el regulador 182 de caudal a una posición en la cual todo, parte o nada del flujo del líquido 122 esté bloqueado por el regulador 182 de caudal.

45 En algunas realizaciones, la señal de control puede dirigir al regulador 182 de caudal para que no altere en absoluto el caudal. Adicional o alternativamente, el controlador 184 puede enviar una señal de control solamente si se produce un cambio en el caudal del líquido 122; en el caso de que el regulador 182 de caudal no reciba una señal de caudal en ningún momento dado, el regulador 182 de caudal simplemente puede permanecer en el estado correspondiente a la última señal de caudal recibida.

50 En una consulta 265, el sistema 170 de control de caudal (por ejemplo, en el controlador 184) puede determinar si la administración del líquido 122 ha finalizado. Por ejemplo, si el sensor 180 de caudal detecta que el líquido 122 ya no fluye a través del sistema 100 de administración intravenosa, y el regulador 182 de caudal está en un estado abierto o parcialmente abierto, el controlador 184 puede concluir que el líquido 122 se ha agotado. Alternativamente, un usuario como un médico puede dirigir manualmente el controlador 184 para detener la infusión, por ejemplo, introduciendo un comando de parada en el dispositivo 190 de entrada del usuario.

55 De manera adicional o alternativa, el controlador 184 puede programarse para administrar una cantidad gravimétrica o volumétrica específica del líquido 122 al paciente. El controlador 184 puede mantener un registro del volumen total y/o la masa del líquido 122 que se ha administrado al paciente, y puede incrementar este valor según sea necesario



con cada iteración. Una vez que se ha administrado la cantidad especificada del líquido 122, el controlador 184 puede determinar que la infusión ha finalizado, proporcionando una respuesta afirmativa a la pregunta 265.

5 Si se responde en afirmativo a la consulta 265, el método 200 puede entonces terminar 290. Si se responde en negativo a la consulta 265, cantidades adicionales del líquido 122 han de administrarse al paciente. Por lo tanto, el método 200 puede proceder a una nueva iteración volviendo al paso 225. Por lo tanto, el método 200 puede iterar hasta que se complete la infusión y el método 200 termine 290.

10 Con referencia a la figura 3, una vista en alzado frontal ilustra una unidad 304 de goteo y un sensor 380 de caudal según una realización. El sensor 380 de caudal ilustra una manera en la que se puede medir el caudal del líquido 122.

15 La unidad 304 de goteo puede diseñarse para recibir el líquido 122 de una fuente de líquido, tal como la fuente 102 de líquido de la figura 1. La unidad 304 de goteo se puede colocar debajo de la fuente de líquido para recibir el líquido 122 por medio de alimentación por gravedad. La unidad 304 de goteo puede tener un dispositivo 330 de recepción que recibe el líquido 122 de la fuente de líquido, una característica 332 de goteo que determina la velocidad a la que el líquido 122 es recibido por la unidad 304 de goteo y una pared 333 exterior que define una cámara 334 de goteo en la que se recoge el líquido 122. La característica 332 de goteo puede tener un orificio 336 a través del cual el líquido 122 pasa para alcanzar la cámara 334 de goteo; el tamaño (por ejemplo, el diámetro) del orificio 336 puede determinar el tamaño de las gotas 338 y, por lo tanto, el volumen del líquido 122 de cada una de las gotas 338.

25 La unidad 304 de goteo comprende una característica 350 clave que sobresale de la pared 333 exterior de la unidad 304 de goteo. La característica 350 clave puede ser una cresta, una protuberancia poligonal, un símbolo y/o cualquier otra característica. La característica 350 clave indica el tamaño del orificio 336 para facilitar el cálculo del caudal del líquido 122 contando el número de gotas que entran en la cámara 334 de goteo. En general, una "característica clave" es cualquier característica de un artículo que se puede utilizar para proporcionar una indicación de un atributo de una característica diferente del artículo. En realizaciones alternativas (no mostradas), una cámara de goteo u otro componente de un sistema de administración intravenosa puede tener una característica clave que es un rebaje u otro tipo de característica diferente de los tipos de características establecidos anteriormente en conexión con la característica 350 clave de la unidad 304 de goteo.

35 El sensor 380 de caudal puede conformarse para contener la parte inferior de la unidad 304 de goteo y, por lo tanto, puede tener una cavidad 382 interior en la que se puede insertar la unidad 304 de goteo. El sensor 380 de caudal puede tener un primer brazo 384 y un segundo brazo 386 que se extienden hacia arriba hacia la característica 332 de goteo de la unidad 304 de goteo.

40 El sensor 380 de caudal puede diseñarse para contar ópticamente el número de gotas 338 que entran en la cámara 334 de goteo, como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, el primer brazo 384 puede tener una fuente 388 de luz, que puede ser una fuente de luz coherente, tal como un láser, o una fuente de luz incoherente. La fuente 388 de luz puede emitir luz 390, que puede pasar a través de la cámara 334 de goteo. El segundo brazo 386 puede tener un sensor 392 de luz que detecta la luz 390. La luz 390 puede tener una longitud de onda tal que la luz 390 sea absorbida, reflejada y/o refractada por el líquido 122. Por lo tanto, la luz 390 puede ser ocluida cuando una de las gotas 338 está presente en la salida del orificio 336, en alineación con la trayectoria seguida por la luz 390 a medida que viaja desde la fuente 388 de luz al sensor 392 de luz. Por lo tanto, el sensor 392 de luz 392 puede detectar la formación de una gota 338 cuando ya no se detecta la luz 390, y la liberación de la gota 338 cuando la luz 390 es nuevamente detectada.

50 Como se indicó anteriormente, el sensor 380 de caudal puede contar el número de veces que ocurre este ciclo dentro de un período de tiempo predeterminado para determinar cuántas de las gotas 338 entran en la cámara 334 de goteo dentro del período de tiempo predeterminado. El sensor 380 de caudal puede tener un circuito lógico interior (no mostrado) capaz de realizar tales cálculos. La característica 350 clave proporciona el tamaño del orificio 336, que puede ser recibido por el sensor 380 de caudal y utilizado para determinar el caudal del líquido 122 en función del número de gotas 338 recibidas dentro de la cámara 334 de goteo.

55 El sensor 380 de caudal tiene un receptor 396 de característica clave que recibe y/o registra de otra manera la característica 350 clave. El receptor 396 de característica clave puede detectar la configuración de la característica 350 clave para permitir que el sensor 380 de caudal determine el tamaño del orificio 336 en función de la presencia de la característica 350 clave. Si se desea, solamente un tipo de unidad de goteo puede tener la característica 350 clave. En dicha realización, el receptor 396 de la característica clave solamente necesita detectar si la característica 350 clave está presente. La característica clave del receptor 396 no necesita diferenciar entre diferentes tipos de características clave. El receptor 396 de la característica clave puede, por lo tanto, tener un interruptor, un contacto eléctrico u otro elemento que pueda usarse para detectar eléctricamente la presencia de la característica 350 clave.

65 Si se desea, se pueden hacer múltiples unidades de goteo diferentes, con una variedad de tamaños de orificio y tipos de características clave. Por lo tanto, el receptor de la característica clave puede diseñarse para determinar no

solamente que la característica 350 clave está presente, sino también para determinar qué tipo de característica 350 clave está en la unidad 304 de goteo. La característica 350 clave puede tener uno o más dedos proyectados u otros aspectos que son detectables por el receptor 396 de características clave, por ejemplo, mediante el uso de múltiples interruptores, contactos eléctricos u otros elementos (no mostrados) dentro del receptor 396 de características clave.

5 Por lo tanto, el sensor 380 de caudal puede determinar automáticamente el tamaño del orificio 336 en respuesta al ensamblaje de la unidad 304 de goteo y del sensor 380 de caudal.

El sensor 380 de caudal puede estar conectado a un controlador (no mostrado), que puede ser similar al controlador 184 de la figura 1, o puede tener una configuración diferente. Si se desea, la conexión entre el sensor 380 de caudal y el controlador puede ser inalámbrica. Por lo tanto, el sensor 380 de caudal puede tener un transmisor 398 inalámbrico que transmite de manera inalámbrica la señal de caudal al controlador. El transmisor 398 inalámbrico puede funcionar en base a cualquier protocolo de transferencia de datos inalámbrico conocido, incluyendo, sin estar limitado a, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Smart, ZigBee, NFC y similares. El controlador (no mostrado) puede tener un receptor capaz de recibir la señal inalámbrica transmitida por el sensor 380 de caudal.

15 Con referencia a la figura 4, una vista en alzado frontal, en sección, ilustra un regulador 482 de caudal según una realización. El regulador 482 de caudal se puede acoplar al tubo 106 cerca del primer extremo 140 del tubo 106, como el regulador 182 de caudal de la figura 1. El regulador 482 de caudal puede estar diseñado para controlar el caudal del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa pinzando el tubo 106 en un grado variable.

El regulador 482 de caudal puede tener un bastidor 410, un miembro 412 que pinza, un motor 414, un piñón 416 y una cremallera 418. El bastidor 410 puede asegurar el regulador 482 de caudal al tubo 106. El bastidor 410 se puede conformar para definir una superficie 430 de apoyo y una ranura 432. La superficie 430 de apoyo puede extenderse a lo largo del tubo 106 de manera que el tubo 106 se encuentre entre la superficie 430 de apoyo y el miembro 412 que pinza. La ranura 432 puede tener un primer extremo 434 y un segundo extremo 436.

El motor 414 se puede asegurar al bastidor 410, y el piñón 416 se puede acoplar al motor 414 de manera que el piñón 416 gire en respuesta a la rotación del eje del motor 414. La cremallera 418 se puede colocar entre el piñón 416 y el miembro 412 que pinza de manera tal que la rotación del piñón 416 hace que la cremallera 418 se mueva en una primera dirección, como lo indica la flecha 440, o en una segunda dirección, como lo indica la flecha 442. El miembro 412 que pinza puede tener un eje u otra característica (no mostrada) que reside dentro de la ranura 432, y permite que el miembro 412 que pinza se mueva a lo largo de la ranura 432.

El movimiento de la cremallera 418 en la primera dirección puede hacer que el miembro 412 que pinza se mueva a lo largo de la ranura 432 en una primera dirección, como lo indica la flecha 450, hacia el primer extremo 434 de la ranura 432. De manera similar, el movimiento de la cremallera 418 en la segunda dirección puede hacer que el miembro 412 que pinza se mueva a lo largo de la ranura 432 en una segunda dirección, como lo indica la flecha 452, hacia el segundo extremo 436 de la ranura 432. El miembro 412 que pinza puede estar rígidamente asegurado a la cremallera 418 de manera que el miembro 412 que pinza se traslade junto con la cremallera 418. Alternativamente, el miembro 412 que pinza puede rodarse, en una combinación de traslación y rotación, mediante el movimiento de la cremallera 418. El movimiento de rodadura del miembro 412 que pinza puede ayudar a evitar la abrasión indeseada de la superficie exterior del tubo 106 por el miembro 412 que pinza cuando el miembro 412 que pinza se mueve a lo largo de la ranura 432.

La ranura 432 puede estar orientada en un ángulo no paralelo y no perpendicular al tubo 106 y a la superficie 430 de apoyo. El primer extremo 434 de la ranura 432 puede estar más alejado del tubo 106 y de la superficie 430 de apoyo que el segundo extremo 436 de la ranura 432. Por lo tanto, el movimiento del miembro 412 que pinza hacia el primer extremo 434 de la ranura 432 puede llevar al miembro 412 que pinza más lejos de la superficie 430 de apoyo. Esto puede causar que el miembro 412 que pinza y la superficie 430 de apoyo pincen menos, o potencialmente nada en absoluto, el tubo 106, permitiendo así una mayor velocidad de flujo del líquido 122 a través del tubo 106. Por otro lado, el movimiento del miembro 412 que pinza hacia el segundo extremo 436 de la ranura 432 puede traer el miembro 412 que pinza más cerca de la superficie 430 de apoyo. Esto puede hacer que el miembro 412 que pinza y la ranura 432 pincen más severamente en el tubo 106, reduciendo así el caudal del líquido 122 a través del tubo 106.

Si se desea, el miembro 412 que pinza se puede mover gradualmente a varias posiciones entre el primer extremo 434 y el segundo extremo 436 de la ranura 432. Por lo tanto, el regulador 482 de caudal puede proporcionar múltiples caudales posibles del líquido 122. El motor 414 puede ser un motor paso a paso u otro motor que facilite el posicionamiento preciso del miembro 412 que pinza proporcionando paradas de movimiento relativamente precisas. El miembro 412 que pinza puede proporcionar adicionalmente un estado completamente abierto cuando se coloca cerca del primer extremo 434, y un estado completamente cerrado cuando se coloca cerca del segundo extremo 436. Por lo tanto, el regulador 482 de caudal puede proporcionar un control flexible de caudal con una gran simplicidad.

El regulador 482 de caudal puede conectarse a un controlador (no mostrado), que puede ser similar al controlador 184 de la figura 1, o puede tener una configuración diferente. Si se desea, la conexión entre el regulador 482 de caudal y el controlador puede ser inalámbrica. Por lo tanto, el regulador 482 de caudal puede tener un receptor 498 inalámbrico que recibe de forma inalámbrica la señal de control del controlador. El receptor 498 inalámbrico puede funcionar en base a cualquier protocolo de transferencia de datos inalámbrico conocido, incluyendo, sin estar limitado a, Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth Smart, ZigBee, NFC y similares. El controlador (no mostrado) puede tener un transmisor capaz de enviar la señal de control de forma inalámbrica al regulador 482 de caudal.

Con referencia a la figura 5, una vista en alzado frontal ilustra un regulador 582 de caudal según otra realización. El regulador 582 de caudal se puede acoplar al tubo 106 próximo al primer extremo 140 del tubo 106, como el regulador 182 de caudal de la figura 1 y el regulador 482 de caudal de la figura 4. El regulador 582 de caudal puede diseñarse para controle el caudal del líquido 122 a través del sistema 100 de administración intravenosa pinzando el tubo 106 en un grado variable.

El regulador 582 de caudal puede tener un bastidor 510, un miembro 512 opuesto, un miembro 514 de leva y un motor 516. El bastidor 510 puede asegurar el regulador 582 de caudal al tubo 106, y también puede soportar el miembro 512 opuesto, el miembro 514 de leva y el motor 516. El miembro 512 opuesto puede tener un borde 520 curvo en el que se apoya en el tubo 106. El miembro 512 opuesto puede estar firmemente fijado al bastidor 510. El miembro 514 de leva puede tener un borde 522 curvo de radio variable en el que también se apoya el tubo 106. El miembro 514 de leva puede girar con respecto al bastidor 510 alrededor de un eje 524 mediante el uso del motor 516, que puede ser un motor paso a paso u otro motor rotatorio que proporcione un control posicional relativamente preciso.

El borde 522 curvado de radio variable del miembro 514 de leva puede tener un radio que aumenta de manera relativamente continua a lo largo del borde 522 curvado de radio variable, desde una parte 530 de diámetro mínimo hasta una parte 532 de diámetro máximo 532. La parte 530 de diámetro mínimo y la la parte 532 de diámetro máximo puede ser adyacente entre sí; por lo tanto, el borde 522 curvado de radio variable puede tener una discontinuidad que separa la parte 530 de diámetro mínimo de la parte 532 de diámetro máximo.

Cuando el motor 516 gira para orientar el miembro 514 de leva con la parte 530 de diámetro mínimo próxima al tubo 106, el miembro 514 de leva y el miembro 512 opuesto pueden cooperar para ejercer poco o ningún pinzamiento en el tubo 106, lo que puede causar poca o ninguna restricción al flujo del líquido 122 a través del tubo 106. Por el contrario, cuando el motor 516 gira para orientar el miembro 514 de leva con la parte 532 de diámetro máximo cerca del tubo 106, el miembro 514 de leva y el miembro 512 opuesto pueden cooperar para ejercer el máximo pinzamiento en el tubo 106, lo que puede hacer que el regulador 582 de caudal esté en un estado completamente cerrado.

Cuando el motor 516 gira para orientar el miembro 514 de leva con una parte del borde 522 curvado de radio variable entre la parte 530 de diámetro mínimo y la parte 532 de diámetro máximo adyacente al tubo 106, como se muestra en la figura 5, el miembro 512 de la parte opuesta y el miembro 514 de leva pueden cooperar para ejercer un nivel moderado de pinzamiento en el tubo 106, que es suficiente para ralentizar, pero no detener, el flujo del líquido 122 a través del tubo 106. El motor 516 puede permitir la rotación del miembro 514 de leva a múltiples orientaciones entre los estados totalmente abierto y totalmente cerrado, para permitir un ajuste fino del caudal del líquido 122 a través del tubo 106. Si se desea, el borde 522 curvado de radio variable puede tener una superficie relativamente suave que evite el atrapamiento y/o la tracción de la superficie exterior del tubo 106. Como en realizaciones anteriores, el regulador 582 de caudal puede recibir señales de control desde un controlador (no mostrado) a través de una transmisión inalámbrica o por cable.

Con referencia a la figura 6, un diagrama de flujo ilustra un método 600 para controlar el caudal del líquido administrado con un sistema de administración intravenosa, según una realización alternativa. El método 600 puede ser aplicable particularmente a realizaciones en las que el regulador 182 de caudal tiene un estado abierto y un estado cerrado, sin ningún estado parcialmente abierto en el que se permita el flujo del líquido 122, pero restringido. Además, el método 600 puede aplicarse particularmente a la medición del caudal gravimétrico, utilizando una medición de peso (como se describió anteriormente) de una fuente 102 de líquido en forma de una bolsa IV. En el diagrama de flujo, M es la masa total del líquido 122 que se administrará desde la bolsa IV, T es el tiempo total

durante el cual se administrará M,  $\Delta t$  es el incremento de tiempo en el que se medirá el peso de la bolsa IV,  $N = \frac{T}{\Delta t}$

es el número total de incrementos de tiempo,  $\Delta m = \frac{M}{N}$  es el incremento de masa que corresponde al incremento de tiempo, n es el conteo de incrementos,  $m_n$  es la medida del peso de la bolsa IV en un incremento de tiempo dado, y  $t_n$  es el tiempo en el cual se mide el peso de la la bolsa IV.

Como se muestra, el método 600 puede comenzar con 610 con recibo de entrada que proporcione los valores iniciales necesarios, como se muestra. Algunos de estos valores, tales como M y T, pueden ser proporcionados por un médico en función de las necesidades del paciente.

## ES 2 741 248 T3

5 En un paso 620, el peso de la bolsa IV se puede medir en un tiempo  $t_n$ . Luego, en una consulta 630, se puede determinar si la masa M total deseada del líquido 122 se ha administrado al paciente. Si es así, el método 600 puede detener 690, y el regulador 182 de caudal puede estar completamente cerrado para evitar administración adicional de líquido 122 al paciente. Se puede activar una alarma, una luz u otro indicador (por ejemplo, en el controlador 184) para indicar, a un médico, que la administración del líquido 122 ha finalizado.

10 Si la masa M total deseada del líquido 122 aún no se ha administrado al paciente, el método 600 puede continuar hasta un paso 640 en el que se determina si el caudal del líquido 122 al paciente es demasiado bajo para lograr la administración de la masa M total deseada del líquido 122 dentro del tiempo T. Si no, el método 600 puede proceder a un paso 650 en el que el regulador 182 de caudal se acciona para detener el flujo del líquido 122 al paciente durante un único incremento de tiempo  $\Delta t$ . Si es así, el método 600 puede proceder a un paso 660 en el que el regulador 182 de caudal se acciona para permitir el flujo del líquido 122 al paciente durante un único incremento de tiempo  $\Delta t$ .

15 Después de realizar el paso 650 o el paso 660, el método 600 puede proceder a un paso 670 en el que el conteo de incrementos n se incrementa a  $n + 1$ . Luego, en un paso 680, una vez que haya pasado el tiempo suficiente, se puede determinar que es hora de que el peso de la bolsa IV se mida nuevamente. El método 600 puede luego proceder al paso 620. El método 600 puede así iterar hasta que se satisfaga la consulta 630, y la administración del líquido 122 haya finalizado.

20

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema para controlar el flujo de un líquido (122) a un paciente mediante el uso de un sistema (100) de administración intravenosa, que comprende:

un sensor (180) de caudal que:

mide el caudal del líquido (122) a través del sistema (100) de administración intravenosa; y genera una señal de caudal indicativa del caudal;

un controlador (184) que:

recibe la señal de caudal; compara el caudal con un caudal deseado para determinar que el caudal es diferente del caudal deseado; y en respuesta a la determinación de que el caudal es diferente del caudal deseado, transmite una señal de control; y

un regulador de caudal que:

recibe la señal de control; y en respuesta a la recepción de la señal de control, modifica el caudal para acercar el caudal al caudal deseado,

caracterizado por que

el sensor (180) de caudal está asegurado a una unidad (104) de goteo del sistema (100) de administración intravenosa, en donde la unidad (104) de goteo comprende una cámara (134) de goteo y un orificio (136) que administra gotas del líquido (122) de una fuente (102) de líquido a la cámara (134) de goteo por medio de alimentación por gravedad, en donde el sensor (180) de caudal mide el caudal contando las gotas recibidas por la cámara (134) de goteo dentro de un período de tiempo predeterminado y el sistema comprende la unidad (104) de goteo; en donde la unidad (104) de goteo comprende una característica (350) clave indicativa de un tamaño de orificio (136) del orificio; en donde el sensor (180) de caudal comprende un receptor (396) de características clave que recibe la característica clave en respuesta a la fijación del sensor (180) de caudal a la unidad (104) de goteo; en donde el sensor (180) de caudal usa el tamaño del orificio (136) para determinar el tamaño de las gotas (138) y un volumen del líquido (122) en cada una de las gotas para facilitar la medición del caudal.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sensor de caudal, el controlador (184) y el regulador de caudal funcionan todos de forma iterativa a lo largo de una pluralidad de incrementos de tiempo, de manera que, en cada uno de la pluralidad de incrementos de tiempo, el sensor (180) de caudal mide el caudal y genera la señal de caudal, y el controlador (184) recibe la señal de caudal y compara el caudal con el caudal deseado; en donde el controlador (184) determina que el caudal es diferente del caudal deseado al determinar que el caudal es mayor que el caudal deseado; en donde, en respuesta a la recepción de la señal de control, el regulador de caudal: modifica el caudal moviéndose desde un estado abierto que permite que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa, a un estado cerrado que substancialmente evita que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa y permanece en el estado cerrado durante un número predeterminado de los incrementos de tiempo.

3. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sensor de caudal, el controlador (184) y el regulador de caudal funcionan todos de forma iterativa a lo largo de una pluralidad de incrementos de tiempo, de manera que, en cada uno de los incrementos de tiempo, el sensor (180) de caudal mide el caudal y genera la señal de caudal, y el controlador (184) recibe la señal de caudal y compara el caudal con el caudal deseado; en donde el controlador (184) determina que el caudal es diferente del caudal deseado al determinar que el caudal es menor que el caudal deseado; en donde, en respuesta a la recepción de la señal de control, el regulador de caudal:

modifica el caudal al pasar de un estado cerrado que evita substancialmente que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa, a un estado abierto que permita que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa; y permanece en estado abierto durante un número predeterminado de los incrementos de tiempo.

- 5 4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador (184) determina que el caudal es diferente del caudal deseado al determinar que el caudal es mayor que el caudal deseado por un caudal diferencial; en donde, en respuesta a la recepción de la señal de control, el regulador de caudal pasa, en proporción al caudal diferencial, a un estado menos abierto que permite que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa a un caudal modificado menor que el caudal.
- 10 5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador (184) determina que el caudal es diferente del caudal deseado al determinar que el caudal es menor que el caudal deseado por un caudal diferencial; en donde, en respuesta a la recepción de la señal de control, el regulador de caudal se mueve, en proporción al caudal diferencial, a un estado más abierto que permite que el líquido (122) fluya a través del sistema (100) de administración intravenosa a un caudal modificado mayor que el caudal.
- 15 6. El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador (184) está incorporado en un dispositivo informático que comprende una pantalla de visualización y un dispositivo de entrada del usuario, en donde el controlador (184) además:
- 20        recibe el caudal deseado de un usuario a través del dispositivo de entrada del usuario; e inicia la visualización del caudal en la pantalla de visualización.
- 25 7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sensor (180) de caudal mide el caudal del líquido (122) a través del sistema:
- 30        midiando un primer peso de un subconjunto del sistema (100) de administración intravenosa en un primer tiempo; y midiando un segundo peso del subconjunto en un segundo tiempo separado del primer tiempo por un incremento de tiempo; en donde al menos uno de los sensores (180) de caudal y el controlador (184):
- 35               resta el segundo peso del primer peso para obtener un peso diferencial; y obtiene el caudal en función del peso diferencial y del incremento de tiempo.
- 40 8. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sensor (180) de caudal mide el caudal del líquido (122) a través del sistema:
- 45        midiando un primer volumen del líquido (122) en un subconjunto del sistema (100) de administración intravenosa en un primer tiempo; y midiando un segundo volumen del líquido (122) en el subconjunto en un segundo tiempo separado del primer tiempo por un incremento de tiempo; en donde al menos uno de los sensores (180) de caudal y el controlador (184):
- 50               resta el segundo volumen del primer volumen para obtener un volumen diferencial; y obtiene el caudal en función del volumen diferencial y del incremento de tiempo.
- 55 9. El sistema de la reivindicación 8, en donde el sensor (180) de caudal mide el caudal del líquido (122) a través del sistema:
- 60        midiando una primera temperatura del líquido (122) en un primer punto dentro del sistema (100) de administración intravenosa; y midiando una segunda temperatura del líquido (122) en un segundo punto, aguas abajo del primer punto, dentro del sistema (100) de administración intravenosa; en donde al menos uno de los sensores (180) de caudal y el controlador (184):
- 65               resta la segunda temperatura de la primera temperatura para obtener una temperatura diferencial; y obtiene el caudal en función de la temperatura diferencial.
- 70 10. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sistema (100) de administración intravenosa comprende un tubo que transporta el líquido (122), en donde el regulador de caudal comprende:
- 75        un miembro opuesto colocado adyacente al tubo; un miembro de leva situado en un lado opuesto del tubo del miembro opuesto; y un motor que gira el miembro de leva alrededor de un eje; en donde el miembro de leva comprende un borde curvado de radio variable que, en respuesta a la rotación del miembro de leva alrededor del eje, coopera con el miembro opuesto para ejercer un grado variable de compresión sobre el tubo para modificar el caudal.

11. El sistema de la reivindicación 1, en donde el sistema (100) de administración intravenosa comprende un tubo que transporta el líquido (122), en donde el regulador de caudal comprende:

5 un accesorio que comprende una ranura orientada no paralela y no perpendicular al tubo;  
un miembro que pinza colocado en la ranura; y un motor que incita al miembro que pinza a moverse a lo largo de la ranura de tal manera que el miembro que pinza ejerce un grado variable de compresión sobre el tubo para modificar el caudal.

10 12. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además el sistema (100) de administración intravenosa, en donde el sistema (100) de administración intravenosa comprende:

una unidad (104) de goteo que recibe el líquido (122) de una fuente de líquido (102) por medio de alimentación por gravedad;  
un tubo que comprende:

15 un primer extremo conectable a la unidad (104) de goteo para recibir el líquido (122) de la unidad (104) de goteo por medio de alimentación por gravedad; y  
un segundo extremo; y  
una unidad de acceso intravenoso conectable al segundo extremo del tubo,  
20 en donde la unidad de acceso intravenoso está configurada para recibir el líquido (122) del segundo extremo por medio de alimentación por gravedad y administrar el líquido (122) por vía intravenosa a un paciente.

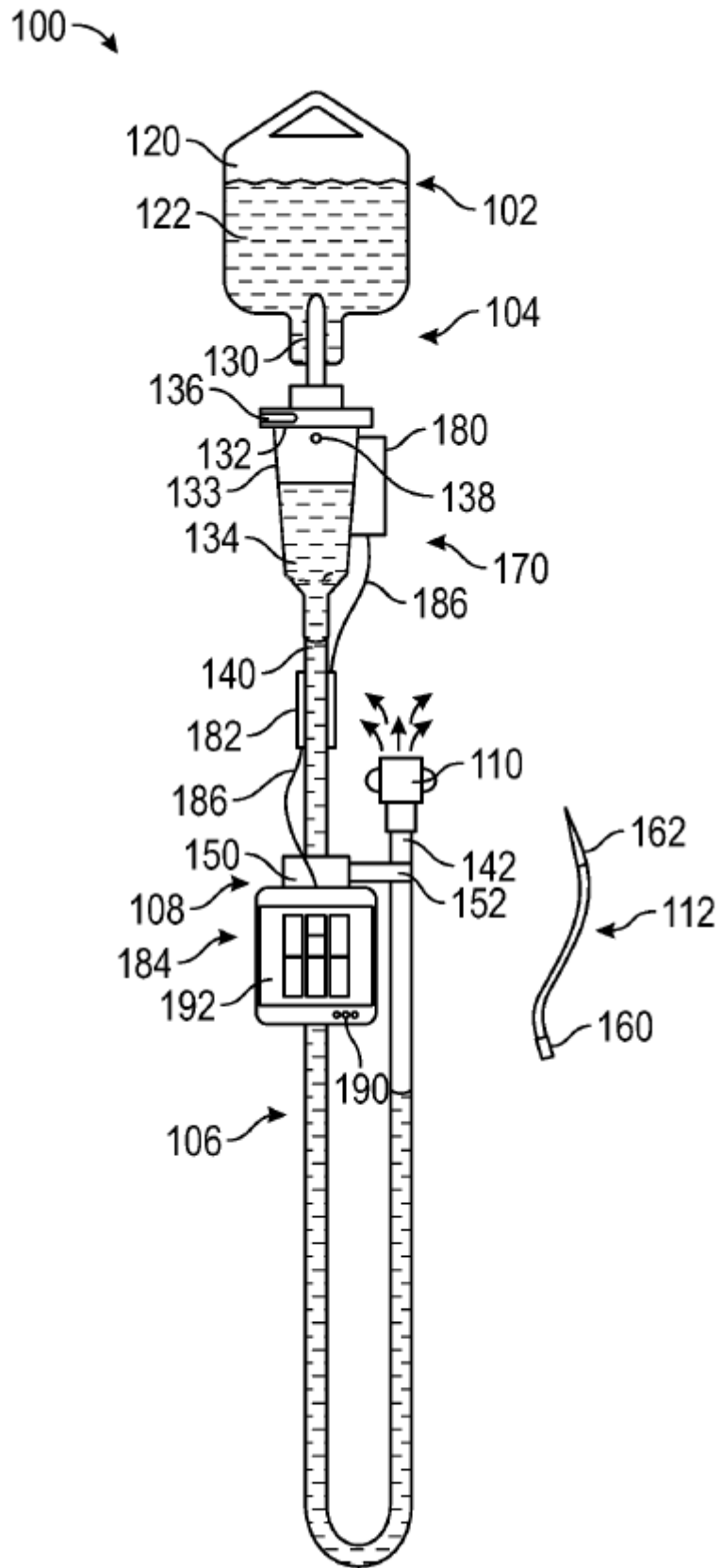
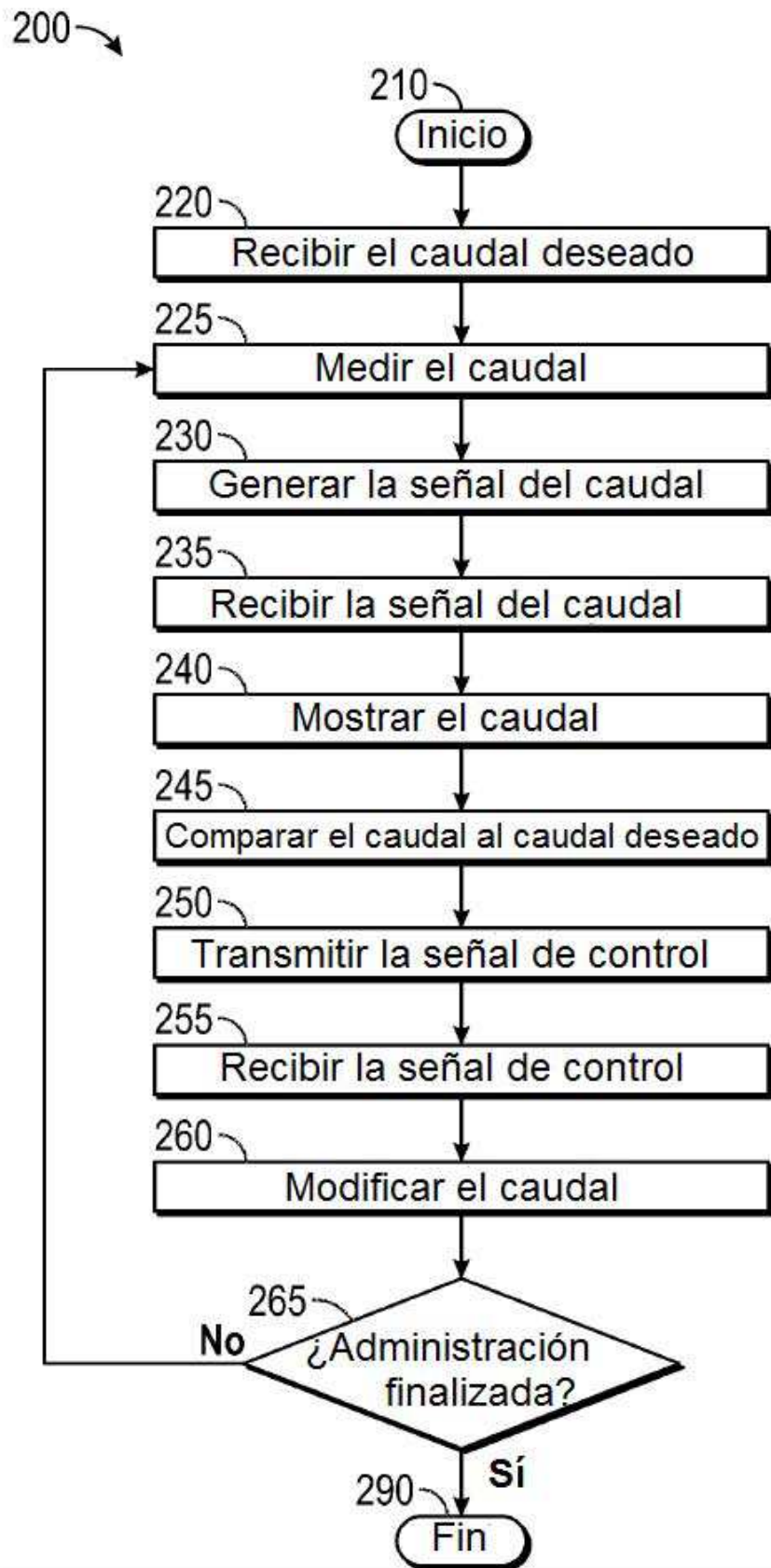
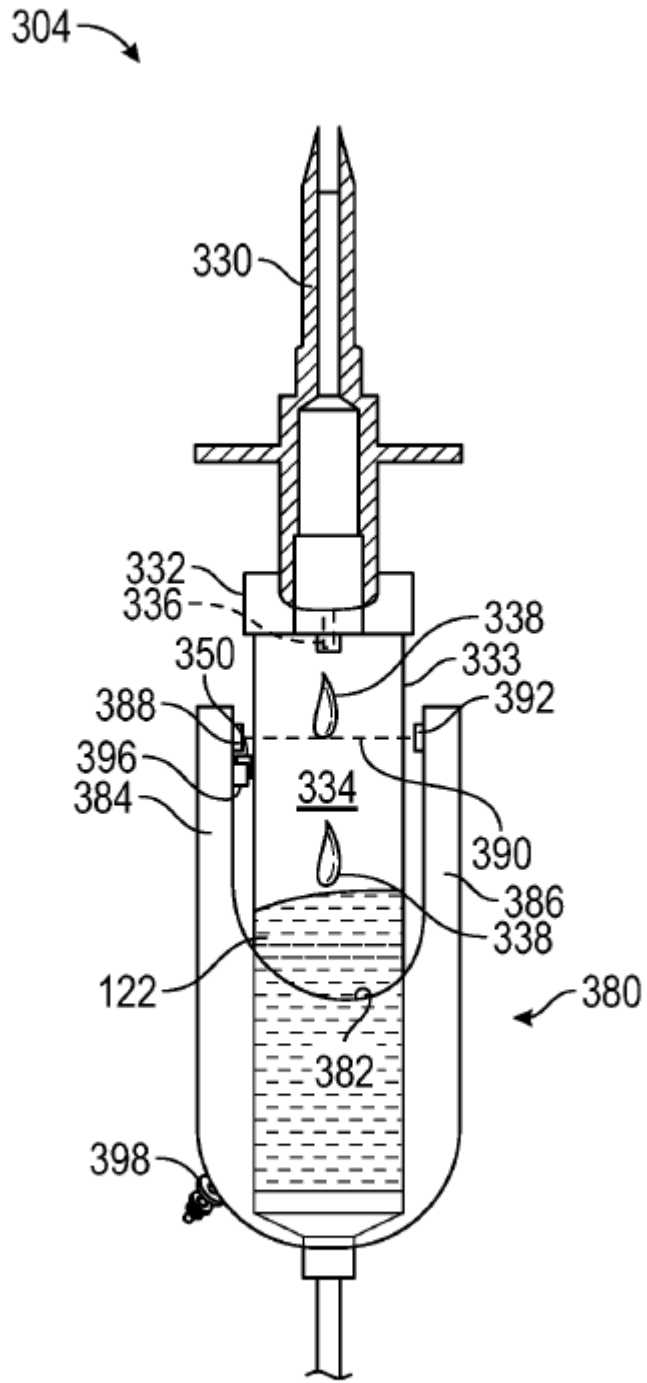


FIG. 1





**Fig. 2**



**FIG. 3**

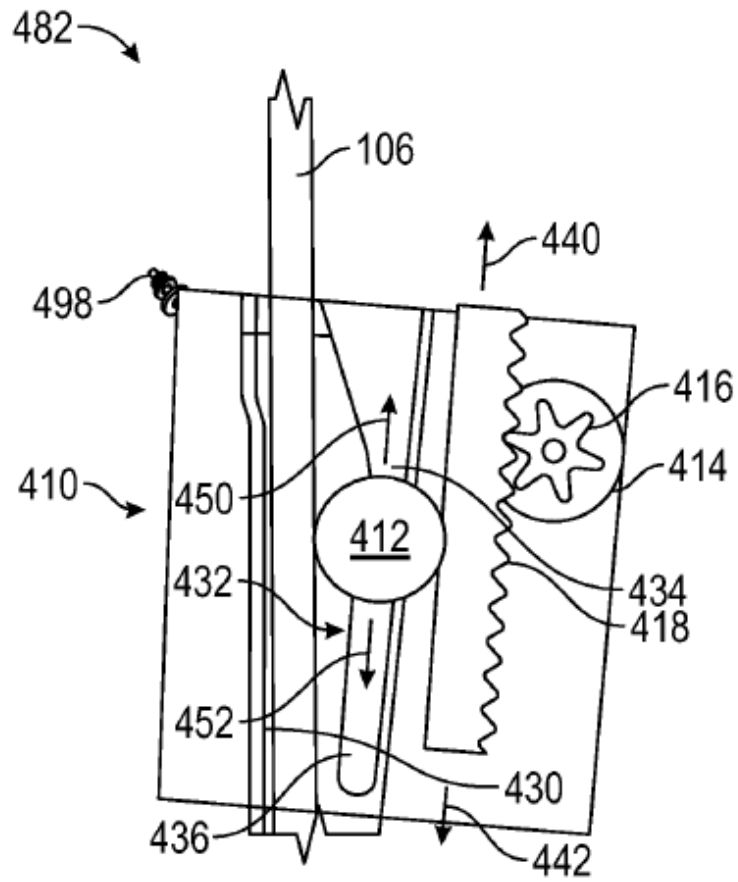


FIG. 4

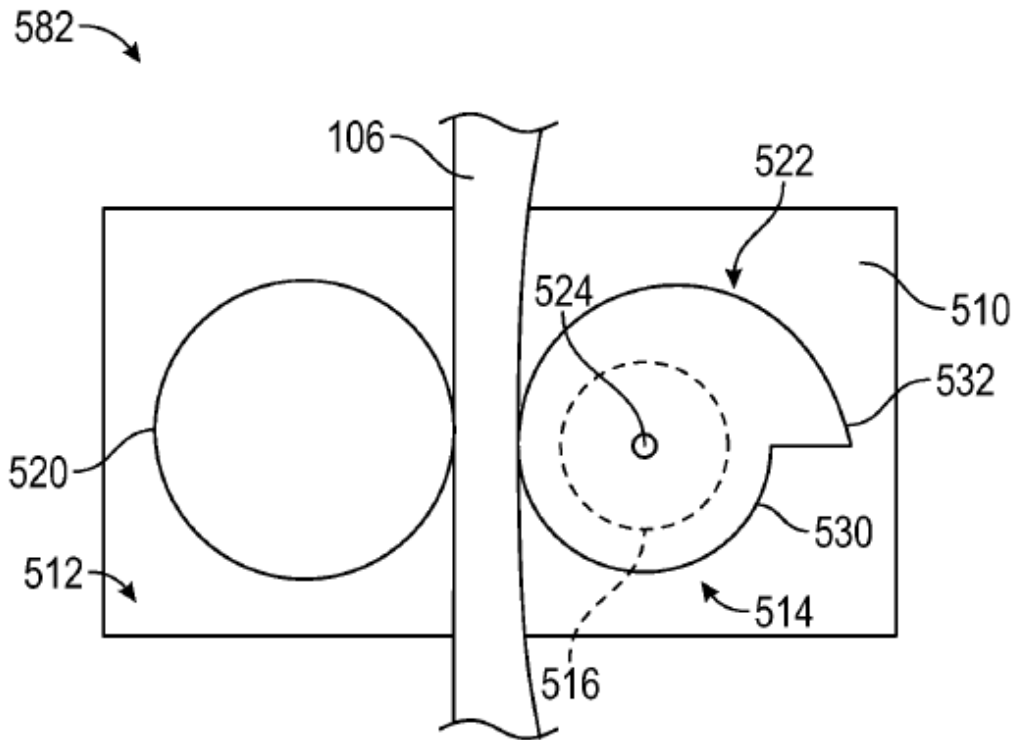


FIG. 5

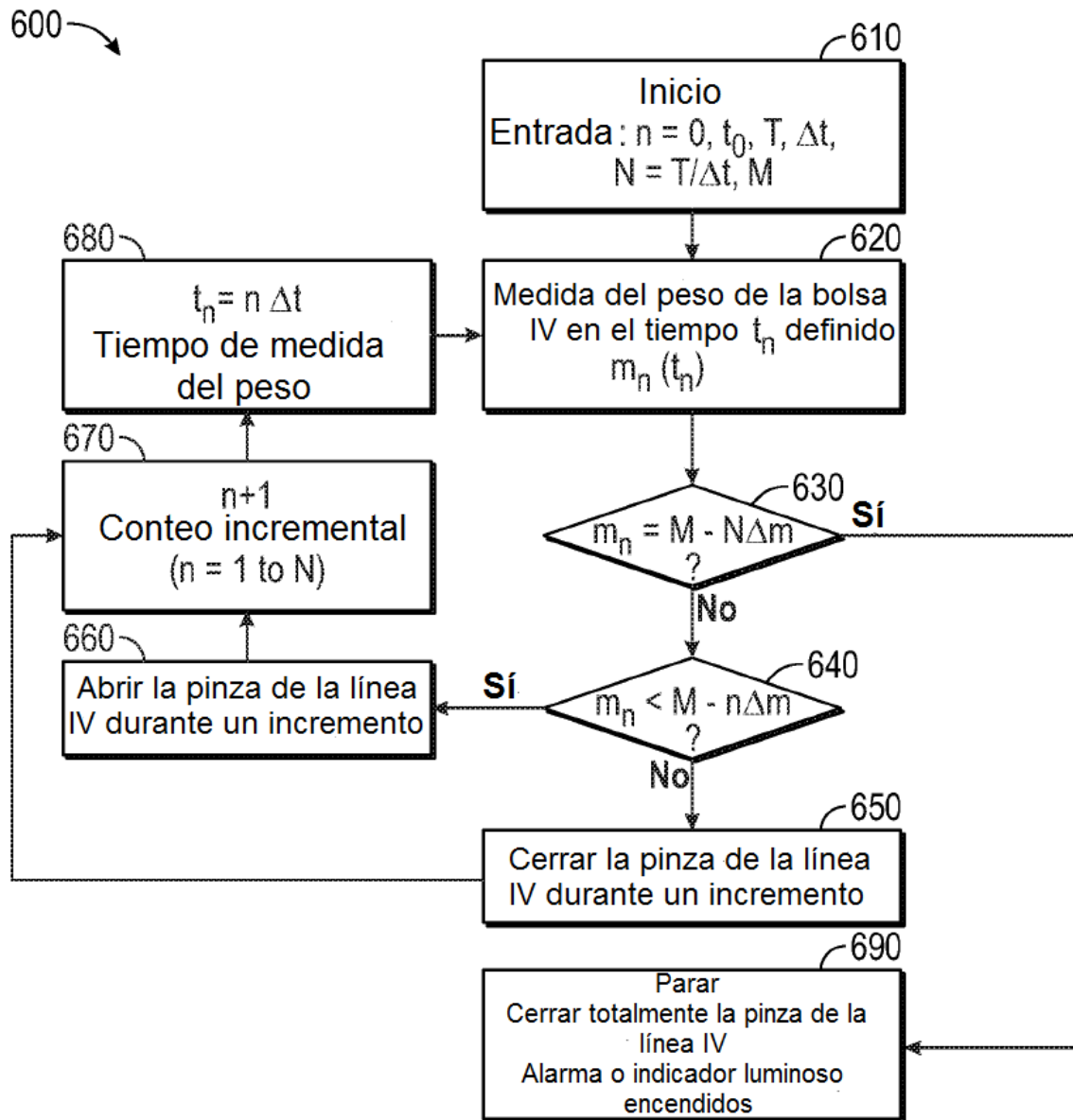


FIG. 6