

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 171**

51 Int. Cl.:

**G01F 3/10** (2006.01)

**G01F 3/02** (2006.01)

**G01F 1/05** (2006.01)

**G01D 5/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2010 PCT/IB2010/050633**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.08.2010 WO10092544**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2010 E 10740994 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2396630**

54 Título: **Caudalímetro**

30 Prioridad:

**11.02.2009 US 369501**

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

**01.10.2018**

73 Titular/es:

**ECOLAB INC. (100.0%)  
370 North Wabasha Street  
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**TOKHTUEV, EUGENE;  
OWEN, CHRISTOPHER;  
SKIRDA, ANATOLY;  
SLOBODYAN, VIKTOR y  
MEHUS, RICHARD**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 684 171 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**

Caudalímetro

**CAMPO TÉCNICO**

5 La invención se refiere a un caudalímetro de fluido de desplazamiento positivo. Más específicamente, la invención se refiere a un caudalímetro de engranajes que incorpora un sensor óptico y a métodos de uso de tales dispositivos.

**ANTECEDENTES**

10 Los sistemas de medición de fluidos de desplazamiento positivo pueden usarse para medir un caudal o volumen de fluido. Por ejemplo, los sistemas dispensadores pueden usar la retroalimentación de un medidor de fluido de desplazamiento positivo para controlar el volumen de fluido dispensado. Dichos sistemas de control se pueden usar en lugar de controles de tiempo para dispensar con mayor precisión cantidades precisas de fluido.

15 Un tipo de sistema de medición de fluido de desplazamiento positivo es un caudalímetro de engranajes, por ejemplo, un medidor de engranaje ovalado o de lóbulo. Un medidor de engranaje ovalado tradicional proporciona un par de engranajes ovalados colocados dentro de una cámara de engranajes ovalada de modo que los engranajes giran en conjunto. Un medidor de lóbulo, proporciona un par de elementos del lóbulo dentro de una cámara que se interbloquea y gira alrededor de los ejes respectivos. En cada caso, el fluido entra en la cámara a través de una entrada de fluido y hace que los engranajes giren, permitiendo que el fluido pase alrededor de los engranajes a una salida de fluido dentro de los bolsillos o huecos medidos con precisión. En un medidor de engranaje ovalado, los bolsillos se definen entre los engranajes ovalados giratorios y la pared de la cámara interior. En un medidor de lóbulo, los espacios entre los lóbulos proporcionan los bolsillos. Idealmente, en cada caso, ninguno de los fluidos que se dosifica pasa directamente entre los propios engranajes, de modo que se conoce el volumen de fluido que sale de la cámara durante cada rotación. Por lo tanto, el volumen de flujo de fluido a través de un medidor de engranajes se puede medir midiendo el número de rotaciones de los engranajes. Del mismo modo, el caudal se puede determinar a partir de la velocidad con la que giran los engranajes.

25 Para medir la rotación del engranaje, los medidores de engranajes frecuentemente incluyen engranajes adicionales. Por ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede incluir sistemas de engranajes de sincronización ubicados fuera de la cámara para traducir el número de rotaciones de los engranajes ovalados en una señal apropiada. Los caudalímetros de engranajes ovalados y otros de desplazamiento positivo que utilizan sistemas de engranaje de distribución tienen la desventaja de que la tapa de la cámara de engranajes debe incluir una o más aberturas de eje para los ejes que acoplan los engranajes a los engranajes de distribución externos. Se puede producir una fuga de fluido a través de estas aberturas de eje lo que puede disminuir la precisión de la medición y el producto de fluido de desecho.

35 La publicación de la solicitud de patente de EE.UU. No. 2008/0202255 A1 del mismo titular describe un medidor de engranajes ovalados que incorpora un sensor magnético para medir la rotación de los engranajes ovalados con referencia a un imán permanente instalado dentro de al menos uno de los engranajes ovalados. Tal sistema aborda el problema de las rendijas o aberturas dentro de la cámara de engranajes ovalados proporcionando una detección magnética de rotación a través de una cámara sustancialmente sellada. Sin embargo, a menudo es el caso que los imanes deben estar sellados del fluido, por ejemplo, cuando el medidor se usa con líquidos agresivos. Se requieren mecanismos complicados para sellar los imanes dentro de los engranajes que hacen que dichos engranajes sean costosos y difíciles de implementar a pequeña escala.

40 Además, a medida que aumenta la resolución del medidor, la fuerza, el tamaño y el uso de los medidores magnéticos se vuelven limitados. Para resoluciones de medidor muy pequeñas (por ejemplo, menos de 0,5 ml), el uso de medidores de engranajes magnéticos puede evitarse debido a la interferencia del campo magnético, el tamaño del imán y la ubicación del sensor.

**COMPENDIO**

45 Las realizaciones de la invención proporcionan dispositivos y métodos para medir el volumen de fluido. Los dispositivos de acuerdo con algunas realizaciones incluyen una cámara, que tiene un par de engranajes montados de forma giratoria en su interior. El flujo de fluido a través de la cámara provoca la rotación de los engranajes, de modo que cada rotación y / o rotación parcial da como resultado un volumen conocido del fluido que pasa a través de la cámara. Un sensor óptico colocado fuera de la cámara puede ver los engranajes rotatorios a través de una pared de cámara sustancialmente transparente. El sensor óptico puede ver una característica óptica de uno o ambos engranajes, y en base a estos datos, se puede determinar el volumen de fluido, el caudal y la dirección del flujo.

En un primer aspecto, la invención presenta un caudalímetro para medir el volumen de fluido de acuerdo con la reivindicación 1.

55 En otro aspecto, la invención presenta un método para medir un volumen de un fluido de acuerdo con la reivindicación 11.

En algunas realizaciones, los dispositivos y métodos descritos en este documento pueden proporcionar la determinación precisa del volumen, la velocidad y la dirección del flujo de fluido. Los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria pueden permitir adicionalmente tal determinación en un nivel mejorado de precisión sobre métodos de medición mecánicos o magnéticos. Además, las realizaciones pueden incluir una cámara sellada, de modo que prácticamente no haya fugas o escapes de fluido de la trayectoria de flujo de fluido del dispositivo. Además, algunas realizaciones operan con menos partes móviles que otros dispositivos de medición de este tipo, disminuyendo así la probabilidad de avería mecánica. Además, los engranajes utilizados con las realizaciones y los métodos descritos en este documento pueden ser más fáciles de fabricar que los engranajes utilizados en dispositivos anteriores.

5

## 10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los siguientes dibujos son ilustrativos de realizaciones particulares de la invención y, por lo tanto, no limitan el alcance de la invención. Los dibujos no están a escala (a menos que así se indique) y están destinados a ser utilizados en conjunto con las explicaciones en la siguiente descripción detallada. Las realizaciones de la invención se describirán a continuación en relación con los dibujos adjuntos, en los que los mismos números indican elementos iguales.

15

La figura 1 es una vista en planta superior de un caudalímetro de engranajes ovalados de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La figura 2 es una vista lateral en sección de un caudalímetro de engranajes ovalado de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

20

La figura 3A es una vista esquemática de un caudalímetro de engranajes ovalado que incluye engranajes que tienen diferentes reflectancias de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La figura 3B es un gráfico de Reflectancia en función del tiempo representativo de las lecturas del sensor óptico de acuerdo con algunas realizaciones que incluyen realizaciones ópticas distintivas tales como la de la Figura 3A.

25

La figura 4A es una vista esquemática de un caudalímetro de engranajes ovalado que incluye marcas distintivas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La figura 4B es un gráfico de Reflectancia en función del Tiempo representativo de las lecturas del sensor óptico de acuerdo con algunas realizaciones que incluyen características ópticas distintivas tales como la de la figura 4A.

30

La figura 5A es una vista esquemática de un caudalímetro de engranajes ovalados que incluye marcas distintivas indicativas de la dirección de rotación de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La figura 5B es un gráfico de Reflectancia en función del Tiempo representativo de las lecturas del sensor óptico de acuerdo con algunas realizaciones que incluyen características ópticas distintivas tales como la de la figura 5A que gira en la primera dirección.

35

La figura 5C es un gráfico de Reflectancia en función del Tiempo representativo de las lecturas del sensor óptico de acuerdo con algunas realizaciones que incluyen características ópticas distintivas, tales como la de la figura 5A que gira en una segunda dirección.

La figura 6 es una vista esquemática de un circuito de lectura para un caudalímetro de engranajes de acuerdo con algunas realizaciones.

40

La figura 7 es una vista esquemática de un circuito de lectura para un caudalímetro de engranajes de acuerdo con algunas realizaciones.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES ILUSTRATIVAS

La siguiente descripción detallada es de naturaleza a modo de ejemplo y no pretende limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención de ninguna manera. Por el contrario, la siguiente descripción proporciona ilustraciones prácticas para implementar realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención. Se proporcionan ejemplos de construcciones, materiales, dimensiones y procesos de fabricación para elementos seleccionados, y todos los demás elementos emplean lo que es conocido por los expertos en el campo de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que muchos de los ejemplos proporcionados tienen alternativas adecuadas que pueden utilizarse.

45

50

El término "fluido" se usa en este documento para identificar cualquier sustancia continua que tiende a fluir o adaptarse a la forma al contorno de su recipiente. De este modo, el término líquido abarca líquidos y gases. Una aplicación particularmente interesante de la presente invención es para líquidos, en particular productos líquidos y productos químicos usados en limpieza, lavado, desinfección, enjuague o similares.

Las Figuras 1 y 2 muestran vistas de un caudalímetro de engranajes ovalados 100 según el preámbulo de la reivindicación 1. Las realizaciones incluyen un alojamiento 105 que define una cámara 110 que tiene entrada de fluido 115 y salida de fluido 120. Están instalados un par de engranajes ovalados 125, 130 dentro de la cámara, de forma que pueden girar alrededor de ejes fijos de rotación 126, 131 en respuesta al flujo de fluido 135 a lo largo de un recorrido de fluido de desplazamiento positivo desde la entrada de fluido 115 a la salida de fluido 120. Un sensor óptico 140 está colocado fuera de la cámara 110 y configurado para ver dentro de la cámara 110 a través de una pared 145 sustancialmente transparente del alojamiento 105. Cuando los engranajes ovalados 125, 130 giran dentro de la cámara 110, el sensor óptico 140 detecta la presencia y la ausencia alternantes de una característica óptica distintiva 150 de uno o ambos de los engranajes. En algunas realizaciones, el medidor de engranajes ovalados incluye una electrónica de evaluación 155 para contar el número y grado de rotaciones de los engranajes y determinar el volumen de fluido que pasa a través del sensor en base a esta cifra. De esta manera, se pueden determinar un volumen de fluido y un caudal a través del medidor a una alta resolución a la vez que se mantiene una cámara sellada.

Con referencia a la Figura 1, se describe el principio general del medidor de engranajes ovalados para mediciones de flujo volumétrico. Cuando los engranajes 125, 130 giran, barren y atrapan un volumen preciso, o bolsillo, del fluido 160 contra una pared interior de la cámara. Debido a que la pared de la cámara coincide con el arco del vértice principal 127, 132 de los engranajes a lo largo de su rotación, esta bolsa de fluido queda atrapada entre la pared de la cámara y la superficie del engranaje a lo largo del eje menor del engranaje 128, 133 y es barrida desde la entrada de fluido 115 a la salida de fluido 120. Además, debido a que los engranajes ovalados 125, 130 están en contacto en toda su rotación, no pasa fluido entre los engranajes. Por lo tanto, mediante esta acción, el volumen de fluido que fluye a través de la salida de fluido se mide de acuerdo con el volumen de bolsillo conocido. El volumen total y la velocidad de flujo se pueden medir basándose en la cantidad de veces que se llenan y vacían los bolsillos (es decir, en función del número de rotaciones de los engranajes).

Las realizaciones de acuerdo con la presente invención utilizan los principios generales de funcionamiento de caudalímetros de engranajes ovalados y otros de desplazamiento positivo junto con nuevos dispositivos y métodos de recuento óptico. Por lo tanto, algunos componentes de la presente invención corresponden con componentes presentes en medidores de engranajes ovalados tradicionales u otros medidores de flujo.

Con referencia ahora a la Figura 2, un caudalímetro de engranajes ovalados 100 comprende un alojamiento 105 para recibir los componentes del medidor. El alojamiento 105 define una cámara 110 dentro de la cual residen los engranajes ovalados 125, 130. En algunas realizaciones, el alojamiento está adaptado para recibir ejes 165 que proporcionan un posicionamiento y permiten la rotación de los engranajes ovalados dentro de la cámara 110. El alojamiento 105 puede comprender cualquier material compatible con el fluido que está siendo medido. En algunas realizaciones, el alojamiento comprende un plástico moldeado.

Como se describió anteriormente, el medidor de engranajes ovalados mide el volumen de fluido y el caudal basándose en el volumen de bolsillo conocido de la cámara y el número y grado de rotación de los engranajes. En consecuencia, la resolución del medidor de engranajes ovalados depende en gran medida del tamaño de la cámara 110 y, específicamente, del tamaño del bolsillo 160 creado entre el vértice menor 128, 133 y la pared de la cámara interior. El tamaño de bolsillo 160 puede variar ampliamente en función de la aplicación. En algunas realizaciones, el bolsillo tiene un tamaño tal que el caudalímetro tiene una resolución de menos de aproximadamente 0,5 ml. Algunas realizaciones pueden incluir una resolución mejorada (es decir, un tamaño de bolsillo más pequeño) que incluye resolución de menos de aproximadamente 0,2 ml o aproximadamente 0,05 ml o menos. Ventajosamente, las realizaciones de acuerdo con la presente invención generalmente no están limitadas en resolución debido a la fabricación o las consideraciones prácticas implicadas con los sensores magnéticos de engranajes ovalados descritos anteriormente.

El alojamiento 105 incluye además una pared 145 sustancialmente transparente para proporcionar una vista dentro de la cámara 110. Más específicamente, la pared 145 sustancialmente transparente debería estar orientada para proporcionar una vista de los engranajes ovalados giratorios dentro de la cámara 110. En particular, donde los engranajes ovalados incluyen una característica óptica distintiva, esa característica debería poder verse a través de la pared transparente. Por ejemplo, de acuerdo con la presente invención, la superficie superior 129, 134 de los engranajes ovalados 125, 130 incluye una característica óptica distintiva. En tal caso, la pared 145 sustancialmente transparente puede estar situada adyacente a la superficie superior 129, 130 y perpendicular al primer y segundo ejes de rotación 126, 131. Como se usa en este documento, los términos pared transparente y pared sustancialmente transparente deben entenderse que significan una pared capaz de transmitir al menos una parte de la energía de la luz en la(s) longitud de onda(s) en que opera el sensor. Por lo tanto, una pared transparente, no necesariamente tiene que ser transparente a la luz visible. Además, la pared transparente 145 no necesita ser completamente transparente. Por el contrario, en algunas realizaciones, la pared transparente es opaca pero incluye una parte o ventana transparente sobre la que se puede instalar un sensor.

En general, las realizaciones de la presente invención se pueden usar con un engranaje ovalado u otro caudalímetro que incluye engranajes de sincronización externos, tales como los conocidos en la técnica. Sin embargo, se prefiere y proporciona ventajas particulares consistentes en que las realizaciones se usen con una cámara de engranaje sellada, es decir, aparte de la entrada de fluido y la salida de fluido, no hay aberturas en la cámara. Para facilitar

esto, la pared transparente 145 debería formar una obturación apropiada con el alojamiento 105. En algunas realizaciones, la pared transparente está fijada permanentemente al alojamiento. Alternativamente, en algunas realizaciones, la pared transparente comprende una pared extraíble que está unida mediante tornillos u otros medios al alojamiento e incluye un medio de sellado (por ejemplo, una junta tórica elástica 170) para mantener el sellado de la cámara. La pared transparente 145 puede comprender el mismo material que el alojamiento o un material diferente. En algunas realizaciones, la pared transparente comprende un material de policarbonato de aproximadamente 6 mm de espesor. En cualquier caso, el material de la pared transparente debe ser transparente o translúcido con respecto a al menos la longitud de onda de la energía lumínica en la que opera el sensor.

Aunque las realizaciones descritas en este documento se exponen generalmente únicamente con respecto a los sistemas que incluyen una cámara sellada, se debe apreciar que un sensor óptico puede incorporarse a medidores de flujo de engranajes que tienen cámaras no selladas sin desviarse del planteamiento de la invención. Por ejemplo, los dispositivos y métodos de recuento óptico descritos en la presente memoria se pueden usar además de un engranaje de sincronización externo tradicional o un sistema de engranaje magnético.

Además, aunque las realizaciones específicas descritas en este documento se discuten principalmente con respecto a los caudalímetros que incorporan engranajes de forma ovalada, la invención no se limita a tales realizaciones. Un experto en la técnica puede apreciar que esta invención se puede llevar a la práctica con una variedad de caudalímetros basados en desplazamiento positivo. Las realizaciones de la invención son fácilmente adaptables por un experto en la materia a cualquier caudalímetro de desplazamiento positivo que funcione mediante el suministro de bolsas discretas de fluido por rotación de un elemento de caudalímetro. Por ejemplo, un medidor de lóbulo, que es un caudalímetro de desplazamiento positivo que utiliza elementos de medidor de engranajes en forma de lóbulo, entrelazados para pasar bolsas de fluido a través de una cámara, puede adaptarse de acuerdo con las realizaciones de la invención. Por lo tanto, el término "engranaje ovalado" tal como se usa en el presente documento debe interpretarse de forma amplia para incorporar otros elementos giratorios, no ovalados, tales como los contadores de lóbulos descritos anteriormente.

La figura 3A muestra un par de engranajes 325, 330 de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Los engranajes tienen forma ovalada y están configurados para girar alrededor de un eje de rotación 326, 330 ubicado en la intersección del eje mayor de cada engranaje 327, 332 y eje menor 328, 333. Cuando están instalados en la cámara, los engranajes se apoyan en una unión 305 de tal manera que cuando el vértice menor de uno de los engranajes (aquí, el del primer engranaje ovalado 325) está en la unión 305, linda con el otro vértice principal de engranaje (del segundo engranaje 330) y viceversa. En todos los puntos rotacionales intermedios, los engranajes ovalados 325, 330 permanecen en contacto o sustancialmente cerca de modo que ningún fluido pueda pasar entre los engranajes. El arco de rotación de los principales vértices de los engranajes 310, 315 debería coincidir generalmente con la dimensión de la cámara, de manera que los engranajes puedan atrapar y barrer el fluido desde la entrada de fluido a la salida de fluido como se describió anteriormente.

Además, en algunas realizaciones, los engranajes ovalados pueden incluir características para facilitar el flujo de fluido apropiado. Los engranajes mostrados en la Figura 3A tienen una superficie lisa y funcionan con un espacio pequeño, definido por la tolerancia en la unión 305. En tales realizaciones, la tensión superficial del fluido puede evitar la fuga de fluido a través de la unión. En otras realizaciones, los engranajes pueden ser engranajes engranados. Los engranajes engranados incluyen una pluralidad de dientes a lo largo de su superficie que se comunican en la unión de los engranajes, de modo que los dientes de un engranaje encajan dentro de espacios entre los dientes del otro engranaje. Esta comunicación es continua en toda la rotación de los engranajes para proporcionar así una conexión más robusta entre los engranajes y evitar el deslizamiento de los engranajes en la unión. La selección de diseños de engranajes puede depender de las propiedades del fluido que se mide. Por ejemplo, es menos probable que un fluido de alta viscosidad cause un deslizamiento entre los engranajes de tracción, por lo que los engranajes suaves pueden ser apropiados. Por el contrario, los fluidos de baja viscosidad y / o alta lubricidad pueden requerir el uso de engranajes engranados.

Cada engranaje ovalado 325, 330 generalmente comprende un material rígido tal como plástico o metal. Debido a que los engranajes entran en contacto con el fluido medido, la elección del material del engranaje puede depender del fluido que se mide. Una posible consideración puede incluir la durabilidad del material del engranaje con respecto a los fluidos corrosivos. Por ejemplo, con detergentes de alta concentración, desinfectantes o auxiliares de enjuague, los engranajes pueden comprender plástico moldeado o mecanizado tal como poli-éter-éter-cetona (PEEK) alrededor de un eje de cerámica. Otros posibles materiales para engranajes incluyen plásticos cristalizados como ULTEM, que tiene una alta durabilidad, tolerancia a altas temperaturas, baja expansión térmica, baja absorción de humedad y es químicamente inerte. Los materiales adicionales pueden incluir RYTON y metales como 316 SS.

Además, de acuerdo con las realizaciones de la invención, uno o más de los engranajes 325, 330 incluye una característica óptica distintiva visible por el sensor a través de la pared transparente. La característica óptica distintiva está situada en la superficie superior 329, 334 de los engranajes, adyacente a la pared sustancialmente transparente. La característica óptica distintiva puede ser cualquier indicación que dé como resultado que el sensor óptico 340 registre una lectura diferente de cuando la característica no está a la vista. Por ejemplo, en la realización comparativa de la Figura 3A, la superficie superior de cada uno de los engranajes 329, 334 tiene una reflectancia

5 óptica diferente a la longitud de onda en la que opera el sensor 340. En particular, la superficie superior del primer engranaje oval 329 es un primer color (aquí, blanco) y la superficie superior del segundo engranaje ovalado 334 es un segundo color (aquí, negro). Por lo tanto, la característica óptica distintiva es que los engranajes ovalados se pueden distinguir entre sí. Por supuesto, se pueden seleccionar muchas combinaciones de colores diferentes, siempre y cuando el sensor sea capaz de diferenciar cuando cada uno de los colores se encuentra debajo del sensor. Además, la característica distintiva no debe limitarse a combinaciones de color diferentes, por ejemplo, podrían usarse diferentes materiales que tengan diferentes reflectancias, tales como un material altamente reflectante (por ejemplo, un espejo) y un material opaco o mate. Además, la característica óptica distintiva se puede aplicar por cualquier medio, incluida la pintura, la unión de un elemento separado, la instalación de un inserto de color o la formación del engranaje de un material diferente.

10 La Figura 3B muestra un gráfico a modo de ejemplo de la curva de reflectancia en función del tiempo para un medidor de engranajes ovalados que incluye dos engranajes que giran a una velocidad constante y que tienen una característica óptica distintiva tal como la de la Figura 3A. Aquí los períodos de reflectancia "alta" reflejan el tiempo durante el cual el primer engranaje (blanco) 325 está a la vista del sensor 340. Los períodos de reflectancia "baja" se correlacionan con los períodos de tiempo durante los cuales el segundo engranaje 330 (negro) está a la vista del sensor 340. Cuando se considera que durante una rotación completa, cada engranaje será visible para el sensor dos veces, el número de rotaciones puede determinarse fácilmente. En tal caso, el sensor óptico y la electrónica de evaluación se deben configurar para contar en función de las transiciones de blanco a negro (o negro a blanco) para obtener dos transiciones por cada rotación completa, o de blanco a negro y negro a blanco para obtener cuatro transiciones por cada rotación completa. Alternativamente, la electrónica de evaluación se puede configurar para contar basándose en el número de períodos de alta y / o baja reflectancia (por ejemplo, dos períodos altos y bajos por cada rotación completa). Por ejemplo, en la Figura 3B, el tiempo desde el Punto A hasta el Punto C representa una rotación completa, dando como resultado cuatro volúmenes discretos (bolsillos) de fluido que atraviesan el medidor. El punto A al punto B representa una media rotación, lo que da como resultado dos volúmenes discretos (bolsillos) de fluido que está siendo dispensado.

15 En otras realizaciones comparativas, tales como la de la Figura 4A, la parte superior de cada uno de los engranajes ovalados 425, 430 es distintiva por sí misma. Es decir, la superficie superior de cada uno de los engranajes ovalados 429, 434 incluye una o más marcas, en este caso puntos discretos 405, alrededor de los ejes mayores 427, 432 de los engranajes que proporcionan una característica óptica distintiva relativa al resto del superficie del engranaje. Particularmente, aquí los puntos 405 que son negros, resaltan contra una superficie superior blanca 429, 434. En tales realizaciones, el primer y segundo engranajes 425, 430 no son necesariamente distinguibles entre sí (aunque podrían hacerse para serlo), pero el número de rotaciones se puede deducir a partir del número de marcas detectadas por el sensor 440. Para cada rotación completa, cada uno de los puntos 405 del primer engranaje 425 pasa bajo el sensor 440 una vez. Además, cada uno de los puntos 405 del segundo engranaje 430 pasa bajo el sensor 440. Por lo tanto, mediante esta configuración, para cada rotación completa, el sensor registra doce regiones distintas de reflectancia (es decir, una reflectancia más baja en este caso). Por supuesto, la invención no se limita a realizaciones que usan puntos discretos como característica distintiva. Por ejemplo, cada marca podría comprender un orificio a través del dispositivo, un espejo u otro elemento reflectante insertado en la superficie, u otros patrones impresos, grabados, pintados o moldeados en la superficie. Además, la marca distintiva no necesita ser discreta. Por ejemplo, un gradiente de color continuo podría fijarse al engranaje de modo que la posición del engranaje pueda determinarse sobre la base del valor de color visto actualmente.

20 La figura 4B es un ejemplo de diagrama de la salida del sensor para una disposición tal como la de la figura 4A cuando los engranajes giran a una velocidad sustancialmente constante. Aquí, entre el punto A y el punto B (una rotación completa), los doce valles discretos corresponden a los doce períodos durante los cuales las marcas pasan bajo el sensor 440. Estos valles corresponden a doce posiciones de engranaje distintas, lo que permite una mayor resolución en el determinación del volumen de fluido que ha pasado a través del medidor. En este caso, la resolución del dispositivo puede ser tan baja como un tercio del volumen de un bolsillo. Por supuesto, las realizaciones comparativas pueden incluir más o menos marcas con un efecto correspondiente sobre la resolución del dispositivo. Por ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede incluir una sola marca discreta en uno de los engranajes que permite la resolución del dispositivo al volumen dispensado en una rotación (o cuatro bolsillos por cada rotación da como resultado que cuatro bolsillos sean dispensados).

25 Con referencia de nuevo a la figura 2, las realizaciones incluyen además un sensor óptico 140. El sensor óptico puede ser cualquier sensor capaz de detectar la propiedad óptica de los engranajes usada para determinar la posición de rotación de los engranajes. Los sensores adaptados para medir en general cualquier propiedad óptica se pueden usar incluyendo, por ejemplo, reflectancia o transmitancia. En algunas realizaciones preferidas, la propiedad óptica es la reflectancia. La reflectancia puede medirse mediante un sensor 140 que incluye un emisor 141 que emite energía de luz 142 de una o varias longitudes de onda y un detector 143 que está posicionado para recibir luz reflejada 144 de toda o una porción del rango de longitudes de onda emitidas. La energía de la luz puede ser radiación electromagnética de, en general, cualquier longitud de onda, por ejemplo, UV, visible, infrarroja y se puede usar otra luz. En algunas realizaciones preferidas, puede usarse luz infrarroja. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la reflectancia se mide con un sensor reflectivo QRB1114 de 940 nm o EE-SY125 de 950 nm. Dichos sensores se pueden seleccionar porque están fácilmente disponibles, por ejemplo de DigiKey, Corp. en <http://www.digikey.com/>. En principio, se puede lograr una mayor resolución del sensor con una longitud de onda

más corta y una energía lumínica más enfocada. El uso de un emisor y / o láser ultravioleta (UV) puede proporcionar una resolución mejorada. Sin embargo, debe recordarse que la pared transparente de la cámara debe ser sustancialmente transparente a la radiación correspondiente. Por ejemplo, cuando el sensor opera dentro del espectro de UV, el cuarzo, el TPX o el zafiro son materiales de pared transparentes preferibles en comparación con el material de policarbonato.

En un ejemplo (por ejemplo, la Figura 6), se usó un sensor reflectante QRB1114 de 940 nm para medir la reflectancia de la superficie de dos engranajes. Uno de los engranajes estaba pintado de negro, el otro blanco. Los engranajes se vieron a través de una pared de policarbonato transparente ( $n = 1,58$ ) con un espesor de 6 mm. La respuesta del sensor resultante entre los engranajes blanco y negro difería en un factor de 10, es decir, la lectura de voltaje a través del sensor cuando se veía el engranaje negro era aproximadamente 10 veces la lectura de voltaje del engranaje blanco.

En otro ejemplo (por ejemplo, la Figura 7), se usó un sensor reflectivo EE-SY125 de 950 nm con una pared transparente de policarbonato de 3 mm. Cada uno de los engranajes era un engranaje ovalado moldeado con plástico negro y con inserciones redondas y blancas en ambos lados del eje principal del engranaje. La forma de la señal de salida en el detector de fototransistor era casi sinusoidal con una amplitud pico a pico de aproximadamente 1.0 V. En tal caso, el amplificador operacional utilizado como amplificador limitador o disparador Schmitt puede usarse para proporcionar impulsos de salida rectangulares.

Con referencia nuevamente a la Figura 2, algunas realizaciones incluyen además un elemento óptico posicionado entre el sensor 140 y los engranajes. El elemento óptico puede ser un elemento separado instalado dentro de la pared transparente 145 o puede ser un componente construido fuera de la pared transparente. Los elementos ópticos pueden incluir, por ejemplo, lentes y filtros que pueden ser construidos para optimizar y condicionar la propagación de la señal a través de la pared sustancialmente transparente.

Como se describió anteriormente, el sensor óptico 140 debería estar posicionado de manera que se puedan ver uno o más de los engranajes giratorios. Con respecto a la pared transparente, el sensor debe instalarse junto a la pared transparente para que pueda verse a través de la pared. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un sensor puede apoyarse contra una superficie exterior de la pared. Alternativamente, como en la Figura 2, el sensor 140 puede estar embebido dentro de la pared transparente 145. En cualquier caso, el sensor debería estar posicionado de manera que la longitud del recorrido de la energía de luz emitida y reflejada se optimice de acuerdo con el sensor particular utilizado. Por ejemplo, los sensores pueden tener una distancia óptima desde el objetivo de 0,150 pulgadas (3,81 mm) en aire para un QRB1114 o 0,040 pulgadas (1,02 mm) en aire para un EE-SY125. Dichos dispositivos deberían instalarse de manera que la distancia desde la superficie superior 129, 134 al sensor sea aproximadamente la distancia óptima teniendo en cuenta un factor de ajuste del material de la pared transparente, tal como, por ejemplo, el índice de refracción del material de la pared transparente.

Además, el sensor óptico debería colocarse dentro del círculo definido por la trayectoria de rotación del vértice principal de cada engranaje para ver adecuadamente los engranajes ovalados. Como se ve en la Figura 3A, la rotación de la dimensión del vértice principal de los engranajes ovalados da como resultado círculos 310, 315 que se solapan produciendo una región 316 donde se pueden ver ambos engranajes. Una porción de cada uno de los engranajes ovalados atraviesa esta región 316 dos veces durante cada rotación. Realizaciones en las que el sensor 340 está posicionado de manera que la línea de visión 320 está dentro de esta región 316 pueden utilizar algoritmos de conteo basados en las transiciones entre los engranajes o en las marcas de uno o ambos engranajes. En algunas realizaciones, el sensor 340 está posicionado para ver una ubicación dentro de la región de solapamiento en una línea definida por el primer y el segundo eje de rotación 326, 331 (aquí, correspondiente a la línea formada a lo largo del vértice menor del primer engranaje 327, y el vértice principal del segundo engranaje 332) y aproximadamente a mitad de camino entre dichos ejes de rotación 326, 331. En tal ubicación, a una velocidad de rotación constante, la duración durante la cual se visualiza cada engranaje es aproximadamente igual. Además, esta ubicación puede ser ventajosa porque el sensor óptico ve la superficie de los engranajes ovalados, y no una ubicación donde se presenta el fluido que pasa a través del medidor. Por consiguiente, las realizaciones no necesitan tener en cuenta las variaciones en los valores de reflectancia observados debido a la visualización solo del fluido.

Alternativamente, el sensor puede colocarse en otro lugar con relación a los engranajes, siempre que se pueda ver al menos un engranaje. Sin embargo, cuando el sensor no está posicionado de manera que solo se pueda ver un engranaje, es decir, no dentro de la región de intersección, los engranajes deberían incluir marcas posicionadas apropiadamente o similares. Es decir, el engranaje debe incluir una o más marcas que pasen dentro de la ubicación de visualización.

Algunas realizaciones pueden incluir más de un sensor óptico. En tales realizaciones, cada sensor puede estar posicionado de manera que sea capaz de ver ambos engranajes, cada sensor puede estar posicionado para ver solo uno de los engranajes, o alguna combinación de uno y ambos engranajes. En cualquier caso, las realizaciones que incluyen múltiples sensores pueden ser especialmente útiles para determinar la dirección de rotación de los engranajes dentro del caudalímetro. Por ejemplo, un par de sensores ópticos se pueden colocar uno al lado del otro dentro de la región de intersección, de manera que un sensor registra una marca o transición antes que el otro. Dependiendo de cuál de los sensores registró por primera vez la marca o transición, se puede determinar la

dirección de rotación. Alternativamente, la dirección de rotación puede determinarse basándose en la diferencia de fase entre las señales de salida de los dos sensores ópticos. Adicionalmente, las realizaciones pueden incluir sensores múltiples como una medida de redundancia para asegurar un conteo preciso.

5 Los caudalímetros de acuerdo con la invención están configurados de manera que se puede determinar la dirección de rotación (es decir, la dirección del flujo de fluido). En un ejemplo de acuerdo con la invención, tal como el representado en las Figuras 5A - 5C, cada engranaje incluye un número predeterminado de puntos discretos en su superficie superior. En este ejemplo, el primer engranaje 525 incluye un único punto 570 a lo largo del eje principal 527 en un extremo, y dos conjuntos de puntos 571 alrededor del eje mayor 527 en el extremo opuesto. Por el contrario, el segundo engranaje 530 incluye un conjunto de tres puntos 572 alrededor del eje principal 532 en un extremo, y un único punto 573 a lo largo del eje principal 532 en el extremo opuesto. En funcionamiento, el dispositivo de la figura 5A producirá una salida de sensor diferente dependiendo de la dirección de rotación. La Figura 5B es un gráfico ejemplar de la salida del sensor del caudalímetro cuando el flujo avanza en una primera dirección. Aquí, los picos aislados 580, 583 indican los periodos durante los cuales los puntos individuales 570, 573 están posicionados dentro de la vista del sensor óptico. El pico triple 582 y el pico doble 581 indican los periodos durante los cuales el lado del segundo engranaje 530 que lleva tres juegos de puntos 572 y el lado del primer engranaje 525 que lleva dos juegos de puntos 571, respectivamente, están situados a la vista del sensor óptico. Debido a que el pico triple 582 se produce antes del doble pico 581, el sistema puede determinar que el caudalímetro está funcionando de manera tal que el primer engranaje 525 gira en sentido contrario a las agujas del reloj y el segundo engranaje 530 gira en el sentido de las agujas del reloj. Por el contrario, en la Figura 5C, el doble pico 581 se produce antes del pico triple 582, lo que indica que el primer engranaje 525 está girando en el sentido de las agujas del reloj y el segundo engranaje 530 está girando en sentido antihorario.

En otro ejemplo más, dos marcas pueden ubicarse una al lado de la otra sobre la superficie superior de un único engranaje ovalado, cada marca tiene una propiedad óptica distintiva con respecto a la otra marca. La dirección de rotación puede determinarse evaluando cuál de las marcas distintivas se muestra primero con respecto a la otra. Por supuesto, un experto en la técnica puede apreciar muchas otras formas de determinar la direccionalidad basándose en lecturas ópticas de marcas distintivas, todas las cuales deben considerarse dentro del alcance de esta invención.

Como se describió anteriormente, la medición del volumen de fluido y / o el caudal del fluido se puede determinar en base al número de rotaciones de los engranajes ovalados y el volumen conocido de fluido dispensado por cada rotación. Muchas realizaciones, tales como las de las Figuras 2, incluyen la electrónica de evaluación 155 para llevar a cabo estos cálculos. En algunas realizaciones, el sensor óptico 140 puede instalarse en una placa de circuito impreso que incluye la electrónica de evaluación 155. En otras realizaciones, la electrónica de evaluación está situada más remotamente. La electrónica de evaluación 155 puede incluir diversos componentes para proporcionar la operación y la interfaz con el sensor óptico, que incluyen circuitos de lectura, electrónica de acondicionamiento de señal, un convertidor analógico a digital (ADC), memoria y / o un controlador. En algunas realizaciones, la electrónica de evaluación 155 incluye además un transmisor por cable o inalámbrico para transferir datos a dispositivos remotos.

La Figura 6 muestra un circuito de lectura a modo de ejemplo 600 de acuerdo con algunas realizaciones. El circuito de lectura 600 puede usarse para generar una señal de salida basada en la respuesta del sensor óptico. El circuito de lectura 600 incluye un sensor óptico 605 conectado con una fuente de potencia 610 a través del circuito regulador 615, que proporciona una intensidad estable del emisor. El sensor óptico 605 incluye un emisor 606 y un detector 607. El circuito de detección de voltaje 620 conectado a través del detector 607 proporciona la señal de salida. En algunas realizaciones, el sensor óptico 605 comprende un elemento sensor preempaquetado tal como, por ejemplo, un sensor reflectante QRB1114 de 940 nm o un sensor reflectante EE-SY125 de 950 nm. Alternativamente, el sensor óptico 605 puede comprender un elemento emisor separado, por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED) o láser, y un elemento detector separado, por ejemplo, un fototransistor o fotodiodo. La fuente de alimentación 610 puede comprender generalmente cualquier fuente de alimentación de CC de hasta 30 V que incluye una batería de 9 V u otra o un adaptador de alimentación de CA. El circuito regulador 615 asegura que la fuente de alimentación proporciona potencia apropiada al sensor 605, y puede comprender un regulador de voltaje 616 (por ejemplo, regulador de voltaje de caída baja LM2950 o dispositivo similar) con un par de condensadores de derivación C1, C2. Algunas realizaciones incluyen además un generador de impulsos para alimentar un emisor de LED con pulsos cortos para disminuir el consumo de potencia del sensor.

La Figura 7 muestra una electrónica de evaluación 700 a modo de ejemplo de acuerdo con algunas realizaciones. La electrónica de evaluación 700 incluye un sensor 705, que tiene un emisor 706 y un detector 707. Un controlador 710, es alimentado por el suministro de potencia 715 (por ejemplo, una fuente de alimentación de 3,3 V regulada) que también suministra energía al sensor 705. El controlador 710 puede comprender un controlador de baja potencia tal como un microcontrolador TI MSP430, por ejemplo. En esta realización, la circuitería de detección de voltaje 720 conectada a través del detector 707, comprende un disparador Schmitt. El disparador Schmitt proporciona salida de onda cuadrada (por ejemplo, pulsos) que puede recibir el controlador 710. Las instrucciones preprogramadas dentro o escritas en el controlador a través de líneas de entrada 711 pueden proporcionar el uso del controlador 710 para convertir cantidad de pulsos en volumen de líquido y / o caudal en base al medidor de engranajes particular con el que se usa. El controlador 710 también puede llevar a cabo instrucciones para determinar la dirección del flujo. Las líneas 712 de salida del controlador pueden transportar una señal de salida proporcionada por el controlador 710



que puede transmitirse a otros dispositivos tales como una salida / pantalla, un mecanismo de control o un transmisor para la comunicación con un dispositivo remoto.

En funcionamiento, la electrónica de evaluación puede recoger una señal de salida de un circuito de lectura y generar un valor indicativo del volumen o velocidad de flujo de fluido a través del caudalímetro de engranajes ovalados. En particular, la señal de salida de la circuitería de detección de voltaje 620 generalmente se asemeja a la de las Figuras 3B, 4B, 5B o 5C. Esta salida puede ser procesada por un controlador u otro circuito de procesamiento para determinar el recuento de la cantidad de rotaciones de los engranajes ovalados. Dependiendo de la resolución del caudalímetro de engranajes ovalados, el recuento de las rotaciones puede ser un número entero, o un número indicativo de rotaciones parciales. En base al recuento de rotaciones, y al volumen de cámara (o bolsillo) conocido (es decir, el volumen de fluido dispensado a través de la cámara por rotación), el controlador puede determinar el volumen de fluido dispensado a través del caudalímetro de engranajes ovalados. Este volumen puede luego enviarse a una pantalla o memoria, o usarse como retroalimentación para el control de un dispositivo o proceso.

El sistema puede ser particularmente ventajoso si se combina con una bomba de fluido correspondiente y / o una válvula de cierre. La bomba puede emplear una bomba accionada eléctricamente con una interfaz de control electrónico para comunicarse con la electrónica de evaluación, por ejemplo a través de un bus u otra conexión. En el funcionamiento de dicho dispositivo, la interfaz de control de la bomba de fluido o válvula de cierre recibe del medidor de engranajes ovalados o su electrónica de evaluación, la salida correspondiente al volumen (o caudal) dispensado a través del caudalímetro. Al alcanzar un valor predeterminado, la bomba puede apagarse o la válvula de cierre puede ser cerrada, lo que da como resultado que solo se distribuya ese volumen predeterminado de fluido. Además, se puede lograr un control continuo del flujo de fluido ajustando la velocidad de la bomba en función de la retroalimentación del caudalímetro.

En algunas realizaciones, el caudalímetro incluye un software de funcionamiento de controlador lógico programable que permite una funcionalidad adicional del caudalímetro de engranajes ovalados. Por ejemplo, el dispositivo puede incluir un modo de calibración para la calibración in situ y el ajuste preciso del caudalímetro. Además, algunas realizaciones pueden incluir la capacidad de introducir manualmente un volumen específico o caudal y hacer que se dispense esa cantidad deseada.

En otro aspecto, las realizaciones de la invención incluyen métodos para medir el volumen de un fluido. En dichos métodos, se proporciona una cámara que tiene una pared sustancialmente transparente y un par de engranajes ovalados, tales como los descritos anteriormente, en comunicación de fluido con una fuente de fluido. Se proporciona un sensor óptico fuera de la cámara. El fluido se dispensa a través de la cámara haciendo que los engranajes ovalados giren. El sensor óptico observa la rotación de los engranajes ovalados a través de la pared sustancialmente transparente. Luego, como se describió anteriormente, el volumen se calcula en base a un recuento del número de rotaciones (completas o parciales) de los engranajes ovalados y el volumen de cámara conocido que representa el volumen de líquido dispensado a través de la cámara por cada rotación. Tales métodos pueden llevarse a cabo mediante los dispositivos descritos anteriormente o por otros medios, como será evidente para un experto en la técnica.

En particular, las realizaciones de métodos para medir el volumen de un fluido pueden contar el número de rotaciones hechas por los engranajes ovalados utilizando una variedad de métodos. En un método, la energía de la luz se emite a través de la pared sustancialmente transparente, de manera que incide sobre una ubicación dentro de la cámara y se refleja hacia atrás a través de la pared sustancialmente transparente. La ubicación dentro de la cámara se puede seleccionar para que sea una a través de la cual pasen ambos engranajes ovalados durante la rotación. La cantidad de energía de la luz reflejada se determina de manera que la energía de la luz que se refleja desde uno de los engranajes se puede distinguir de la energía de la luz que se refleja en el otro engranaje. Las transiciones entre los periodos distinguibles de luz reflejada se cuentan y el número de rotaciones (totales o parciales) se puede calcular en función del recuento de transiciones. Alternativamente, la etapa de contar el número de rotaciones se puede realizar contando periodos de reflexión distinta de engranajes que incluyen partes ópticas distintivas. En tal caso, los engranajes pueden incluir una o más partes distintivas (por ejemplo, las marcas descritas anteriormente) que el sensor óptico percibe como periodos distintivos de un valor de reflexión diferente. Se puede mantener un recuento de estos periodos distintivos y, en función del número y la ubicación conocidos de tales marcas, se puede calcular el número (y / o el grado) de rotaciones.

Las realizaciones de sistemas y métodos de acuerdo con los descritos anteriormente se pueden usar en una variedad de aplicaciones y con una amplia gama de fluidos. Los caudalímetros de engranajes ovalados descritos en la presente memoria pueden permitir que se habiliten sistemas que utilizan fluidos a concentraciones elevadas que deben medirse con precisión. Por ejemplo, una aplicación particular puede incluir un sistema dispensador de fluido para volúmenes concentrados de fluidos para limpieza, lavado, desinfección, enjuague o mezclas de los mismos. Además, las realizaciones son muy adecuadas para su uso con sistemas existentes que requieren la distribución de volúmenes precisos de fluidos. Adicionalmente, las realizaciones se pueden usar para dosificar agua, lubricantes, desinfectante o detergente. Algunas realizaciones se pueden usar con fluidos que tienen viscosidades que varían de 1 centipoise a 1000 centipoise (o mayor). En la mayoría de los casos, la transparencia del fluido que se mide es irrelevante ya que el sensor óptico, la pared sustancialmente transparente y los engranajes giratorios están posicionados de modo que cualquier fluido dentro de la trayectoria de la energía de la luz se limita a una película

delgada. A tolerancias sustancialmente ajustadas (por ejemplo, 0,002 pulgadas (0,0508 mm) o menos) una película delgada de un fluido aparentemente opaco, puede penetrar con suficiente energía de luz para contar apropiadamente las rotaciones del engranaje.

- 5 Aunque la presente invención se ha descrito con considerable detalle con referencia a ciertas realizaciones descritas, las realizaciones descritas se han presentado con fines ilustrativos y no limitativos y son posibles otras realizaciones de la invención. Un experto en la materia apreciará que pueden realizarse diversos cambios, adaptaciones y modificaciones adicionales sin apartarse de la filosofía de la invención y el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un caudalímetro (100) para medir el volumen de fluido que comprende:
  - un alojamiento (105) que define una cámara (110) que tiene una entrada de fluido (115) y una salida de fluido (120), comprendiendo el alojamiento (105) una pared sustancialmente transparente (145);
  - 5 primer y segundo engranajes (125, 130) instalados dentro de la cámara (110), pudiendo el primer y segundo engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) girar alrededor de respectivos ejes de rotación primero y segundo (126, 131; 326, 331) en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara (105), en donde uno de los engranajes (125, 130) comprende una característica óptica distintiva (150) en una superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) adyacente a la pared sustancialmente transparente (145);
  - 10 un sensor óptico (140; 340; 440) ubicado fuera de la cámara (105) y configurado para detectar la característica óptica distintiva (150) de la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de los engranajes (125, 130) a través de la pared sustancialmente transparente (145);
  - caracterizado por que la característica óptica distintiva (150) comprende una o más marcas en la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530), estando las marcas configuradas de forma tal que se puede determinar la dirección de rotación.
  - 15
2. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor óptico (140; 340; 440) está posicionado para detectar la una o más características ópticas distintivas (150) de ambos engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530).
3. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor óptico (140; 340; 440) comprende un emisor (141) y un detector (143) adyacentes a la pared sustancialmente transparente (145).
- 20 4. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que la pared sustancialmente transparente (145) es perpendicular al primer y segundo ejes de rotación (126, 131; 326, 331).
5. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que la característica óptica distintiva (150) comprende la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) que tiene una reflectancia óptica diferente.
- 25 6. El caudalímetro (100) de la reivindicación 5, caracterizado por que la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) comprende un color diferente.
7. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que la característica óptica distintiva (150) comprende una o más marcas en la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530), teniendo las marcas una primera reflectancia óptica y la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) teniendo una segunda reflectancia óptica.
- 30 8. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que la característica óptica distintiva (150) comprende uno o más agujeros dentro de la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530).
- 35 9. El caudalímetro (100) de la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor óptico (140; 340; 440) está configurado para detectar energía de luz infrarroja.
10. El caudalímetro (100) de la reivindicación 9, caracterizado en que el sensor óptico (140; 340; 440) está configurado para detectar energía de la luz que tiene una longitud de onda de aproximadamente 940 nanómetros.
11. Un método para medir un volumen de un fluido que comprende:
  - 40 proporcionar una cámara (110) en comunicación de fluido con una fuente de fluido, comprendiendo la cámara (110) una entrada de fluido (115), una salida de fluido (120), primer y segundo engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430); 525, 530), y una pared sustancialmente transparente (145);
  - proporcionar un sensor óptico (140; 340; 440) fuera de la cámara (110);
  - 45 dispensar el fluido a través de la cámara (110) haciendo que los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) giren cuando el fluido pasa a través de la cámara (110) desde la entrada de fluido (115) a la salida de fluido (120);
  - ver los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) a través de la pared sustancialmente transparente (145) de la cámara (110) con el sensor óptico (140; 340; 440);
  - 50 contar el número de rotaciones realizadas por los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) con el sensor óptico (140; 340; 440); y calcular el volumen de fluido en base al número de rotaciones realizadas

- 5 por los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) y un volumen de cámara conocido que representa el volumen de fluido dispensado a través de la cámara (110) por rotación de los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530), caracterizado en que el paso de ver los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) a través de la pared sustancialmente transparente (145) de la cámara (110) incluye detectar una característica óptica distintiva (150) de la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) con el sensor óptico (140; 340; 440), en el que la característica óptica distintiva (150) comprende una o más marcas en la superficie superior (129, 134; 329, 334; 429, 434) de cada engranaje (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530), estando las marcas configuradas de modo que se pueda determinar la dirección de rotación.
- 10 12. El método de la reivindicación 11, caracterizado por que el número de rotaciones de los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) puede comprender rotaciones parciales.
- 15 13. El método de la reivindicación 11, caracterizado en que la etapa de contar el número de rotaciones realizadas por los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) comprende: emitir energía de luz a través de la pared sustancialmente transparente (145), de manera que la energía de la luz incide sobre un ubicación de detección dentro de la cámara (110) y es reflejada hacia atrás a través de la pared sustancialmente transparente (145), en donde ambos engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) pasan a través de la ubicación de detección durante la rotación; detectar la cantidad de energía de la luz reflejada transmitida a través de la pared sustancialmente transparente (145), en la que la energía de la luz reflejada del primer engranaje se puede distinguir de la energía de la luz reflejada del segundo engranaje; mantener un recuento de las transiciones entre la detección de la luz reflejada por el primer engranaje y la detección de la luz reflejada por el segundo engranaje; y calcular el número de rotaciones basadas en el recuento de las transiciones.
- 20 14. El método de la reivindicación 11, caracterizado por que la etapa de contar el número de rotaciones realizadas por los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) comprende: emitir energía de luz a través de la pared sustancialmente transparente, de forma que la energía de la luz incida en un lugar de detección dentro la cámara (110) y se refleje hacia atrás a través de la pared sustancialmente transparente (145), en donde ambos engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530) pasan a través de la ubicación de detección durante la rotación; detectar la cantidad de energía de la luz reflejada transmitida a través de la pared sustancialmente transparente, en donde la energía luminosa reflejada de una parte distintiva de uno o más de los engranajes puede distinguirse de la energía luminosa reflejada en partes no distintivas de los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530); mantener un recuento de los periodos durante los cuales la porción distintiva refleja la energía de la luz; y calcular el número de rotaciones en función del recuento de los períodos.
- 25 15. El método de la reivindicación 14, caracterizado en que la parte distintiva comprende uno o más puntos (405) colocados en una superficie de los engranajes (125, 130; 325, 330; 425, 430; 525, 530), de manera que cada uno de los puntos (405) pasa a través del lugar de detección una vez por cada rotación.

35

Fig. 1

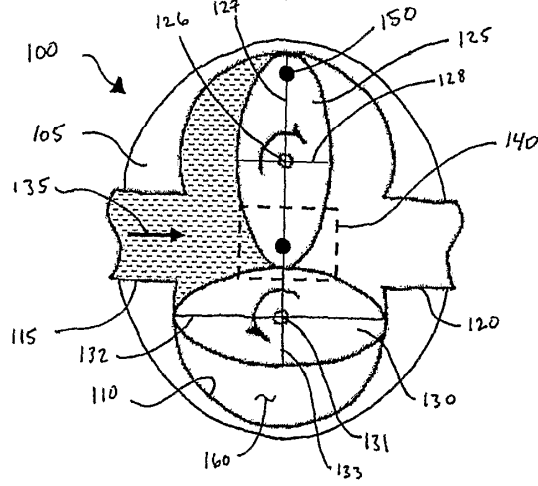


FIG. 2

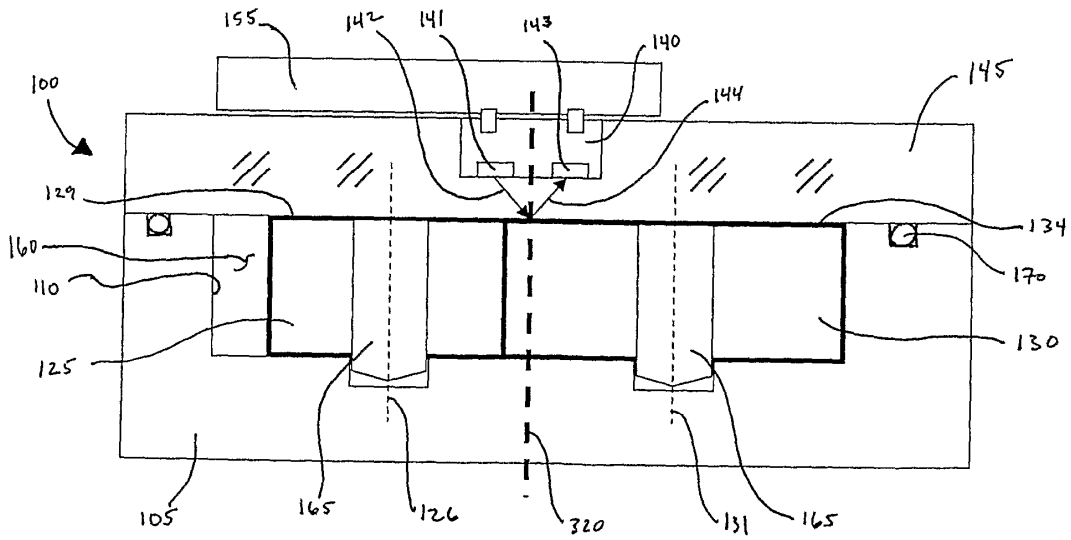


FIG. 3A

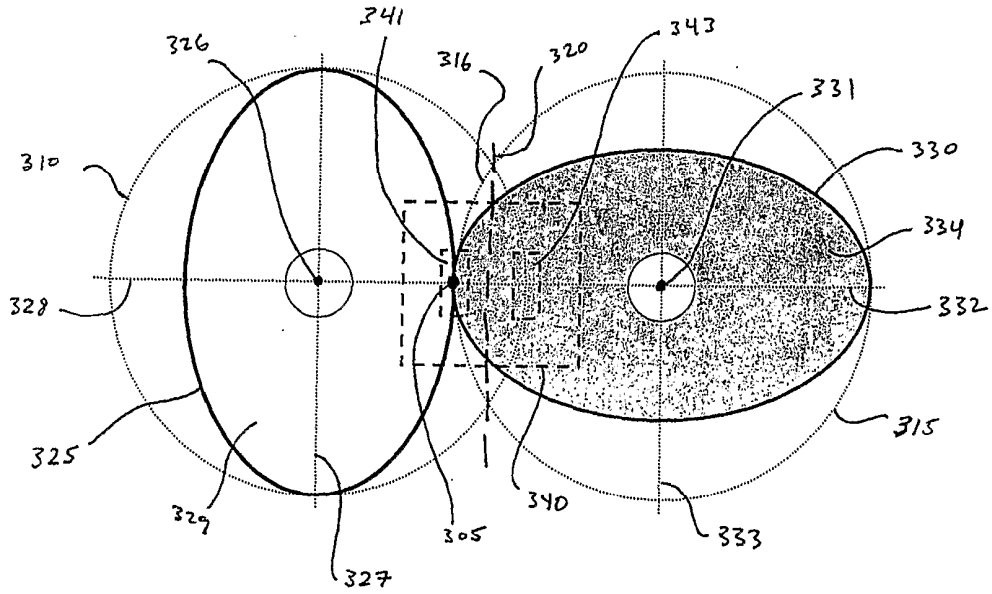


Fig. 3B

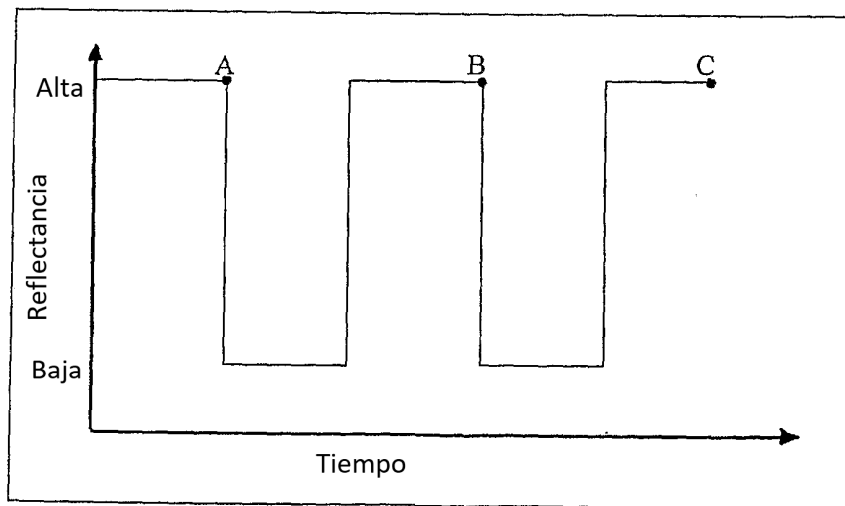


Fig. 4A

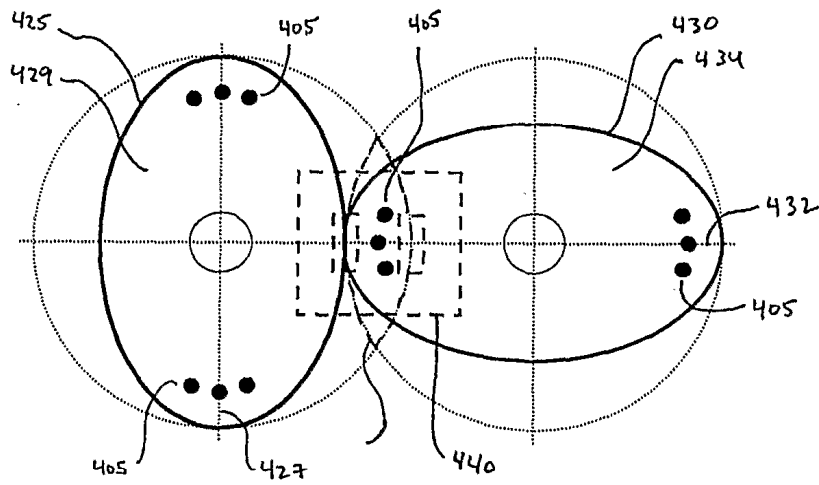


Fig. 4B

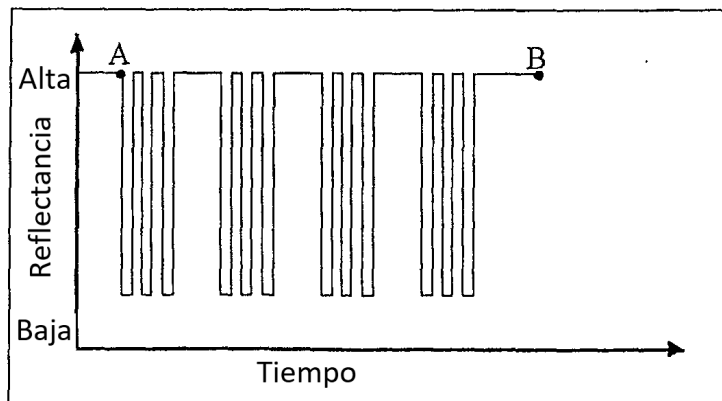


Fig. 5A

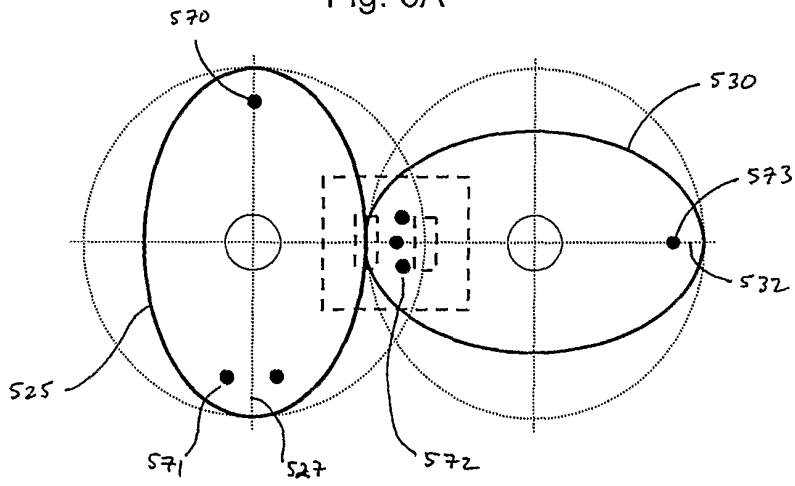


Fig. 5B

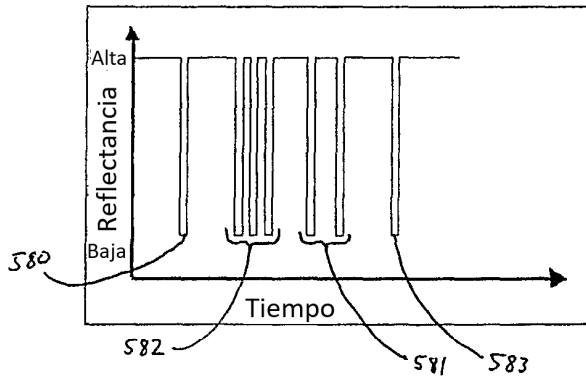


Fig. 5C

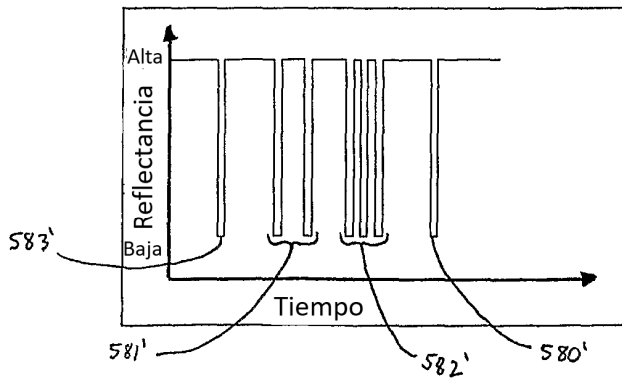




FIG. 6

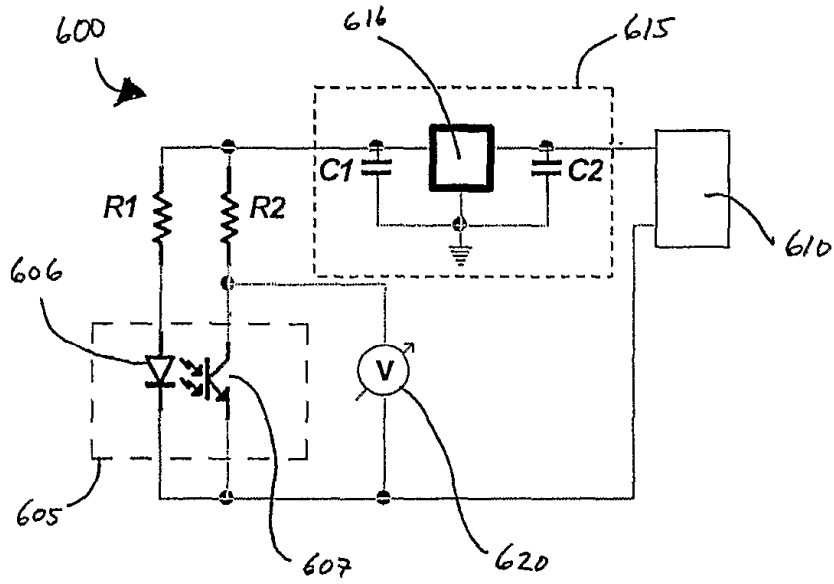


FIG. 7

