

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 247**

51 Int. Cl.:

**G01F 3/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/US2014/027641**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14152705**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14770865 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021 EP 2972132**

54 Título: **Medidor de flujo de fluido**

30 Prioridad:

**15.03.2013 US 201313833582**

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

**07.12.2021**

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)  
1 Ecolab Place  
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**TOKHTUEV, EUGENE;  
SKIRDA, ANATOLY;  
OWEN, CHRISTOPHER J.;  
CHRISTENSEN, WILLIAM M. y  
SCHILLING, PAUL SIMON**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

**ES 2 883 247 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

Medidor de flujo de fluido

5 Campo

Esta descripción se refiere a un medidor de flujo de fluido de desplazamiento positivo, más particularmente, al uso de un medidor de flujo de engranajes que incorpora sensores sin contacto y los métodos de uso de dichos dispositivos.

10 Antecedentes

Los sistemas de medición de fluidos de desplazamiento positivo pueden usarse para medir un caudal o volumen de un fluido o gas. Por ejemplo, los sistemas de dispensación pueden usar la retroalimentación de un medidor de fluido de desplazamiento positivo para controlar el volumen de fluido dispensado. Dichos sistemas de control se usan a menudo en lugar de los controles de tiempo para dispensar con mayor exactitud cantidades precisas de fluido o gas y se usan comúnmente en una variedad de entornos que incluyen, pero no se limitan a, las industrias industriales, de salud, farmacéutica y de alimentos y bebidas. Por ejemplo, puede usarse un medidor de fluido de desplazamiento positivo en el proceso de fabricación de un medicamento que requiere una medición exacta de dos materiales que se mezclarán en un solo lote. El medidor de fluido de desplazamiento positivo puede instalarse en las líneas de suministro de los materiales respectivos y puede usarse la retroalimentación de los medidores para dispensar la cantidad apropiada de cada material a mezclarse en un tanque de mezcla. Esta aplicación de un medidor de desplazamiento positivo, como muchas otras, puede requerir que el medidor de desplazamiento positivo tenga una exactitud de medición (por ejemplo, +/- 0,5 %) para cumplir con el control de calidad o las regulaciones, por ejemplo. En consecuencia, asegurarse de que un medidor de desplazamiento positivo mida con exactitud un volumen de fluido o gas puede ayudar a garantizar que un sistema o proceso realice su función prevista. Los documentos US 5,184,519 A, DE 296,20,960 U1, EP 0,959,330 A2 y US 2010/199758 A1 describen medidores de flujo de desplazamiento positivo que tienen un par de engranajes engranados.

30 Resumen

De acuerdo con un aspecto de la invención, un sistema incluye un medidor de flujo, un primer y segundo sensor sin contacto y un controlador. El sistema de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación independiente 1. Las modalidades específicas del sistema de acuerdo con la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes 2-13.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, un método para medir el volumen de flujo de fluido incluye recibir una primera y una segunda señal de sensor, determinar un estado de rotación actual e incrementar un recuento de rotaciones. El método de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación independiente 14.

40 Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción más abajo. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de los dibujos y la descripción y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

45 Los siguientes dibujos son ilustrativos de los ejemplos particulares de la presente 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 para su uso junto con las explicaciones en la siguiente descripción detallada. En lo sucesivo, se describirán ejemplos de la presente invención junto con los dibujos adjuntos, en donde los números similares denotan elementos similares.

50 La Figura 1 es una vista en planta superior de un sistema de medición de flujo de fluido que incluye un medidor de engranajes ovalados.

La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de un medidor de engranajes ovalados tomada a lo largo de la línea A-A de la Figura 1.

55 Las Figuras 3A y 3B son vistas en planta superior que ilustran el flujo de fluido a través de un medidor de engranajes ovalados.

60 La Figura 4A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados que incluye un sensor sin contacto y un área detectable.

La Figura 4B es un gráfico de una señal de detección de un sensor sin contacto del medidor de engranajes ovalados de la Figura 4A a lo largo del tiempo.

65 La Figura 4C es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados de la Figura 4A.

Las Figuras 5A y 5B son vistas superiores parciales de las posiciones de rotación de un medidor de engranajes ovalados.

5 La Figura 5C es un gráfico de una señal de detección de un sensor sin contacto del medidor de engranajes ovalados de las Figuras 5A y 5B a lo largo del tiempo.

La Figura 6A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados que se configura para detectar una dirección de rotación de engranajes ovalados del medidor.

10 La Figura 6B proporciona vistas superiores parciales de las posiciones de rotación del medidor de engranajes ovalados de la Figura 6A.

La Figura 6C es una tabla que muestra los estados de rotación del medidor de engranajes ovalados de la Figura 6A.

15 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados de la Figura 6A.

Las Figuras 8A y 8B proporcionan gráficos de señales de detección y una señal de salida del medidor de engranajes ovalados de la Figura 6A a lo largo del tiempo.

20 La Figura 9A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados que incluye cuatro áreas detectables y cuatro sensores sin contacto.

La Figura 9B es una tabla que muestra los estados de rotación del medidor de engranajes ovalados de la Figura 9A.

25 La Figura 10 es una vista en planta superior de un sistema de medición de flujo de fluido que incluye válvulas de retención.

Las Figuras 11A-C proporcionan vistas superiores parciales de un medidor de engranajes ovalados.

30 Descripción detallada

La siguiente descripción detallada es de naturaleza ilustrativa y no pretende limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención de ninguna manera. Más bien, la siguiente descripción proporciona algunas ilustraciones prácticas para implementar ejemplos 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 conocen los expertos en el campo de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que muchos de los ejemplos señalados tienen una variedad de alternativas adecuadas.

40 Los medidores de fluido de desplazamiento positivo se usan en una variedad de aplicaciones para medir el caudal o el volumen de un fluido. Por ejemplo, en la industria farmacéutica, pueden usarse medidores de desplazamiento positivo para medir con precisión las cantidades de materiales necesarios para fabricar un medicamento. Esta aplicación de un medidor de desplazamiento positivo, como muchas otras aplicaciones, puede requerir que el medidor de desplazamiento positivo tenga una exactitud de medición (por ejemplo, +/- 0,5 %) para cumplir con el control de calidad o las regulaciones, por ejemplo. Además, los medidores de fluido de desplazamiento positivo pueden usarse en aplicaciones con características de flujo variables, por ejemplo, caudales altos/bajos y flujo de fluido uniforme/no uniforme. En consecuencia, asegurarse de que un medidor de desplazamiento positivo mida con exactitud un volumen de fluido, a pesar de las características de flujo de la aplicación, puede ayudar a garantizar que el sistema o proceso realice su función prevista.

50 Los medidores de fluido de desplazamiento positivo generalmente requieren el desplazamiento mecánico de los componentes del medidor para medir el flujo. Los medidores de engranajes, en particular los medidores de engranajes ovalados, son un ejemplo de un medidor de fluido de desplazamiento positivo en donde los engranajes del medidor se desplazan para medir el flujo de fluido. Un medidor de engranajes ovalados proporciona un par de engranajes ovalados entrelazados que se colocan dentro de una cámara de engranajes ovalados de manera que los engranajes giran en concierto. Puede medirse un fluido al introducir el fluido en la cámara a través de una entrada de fluido para hacer que giren los engranajes. El entrelazado de los engranajes evita que el fluido pase entre los propios engranajes haciendo que el fluido pase alrededor de los engranajes dentro de las bolsas definidas entre los engranajes ovalados y la pared de la cámara. En un engranaje ovalado, los volúmenes de las bolsas se miden con precisión, por lo que se conoce el volumen de fluido que sale de la cámara durante cada rotación. Por tanto, el volumen de flujo de fluido a través de un medidor de engranajes ovalados puede medirse midiendo el número de rotaciones de los engranajes. Asimismo, el caudal puede determinarse a partir de la velocidad con la que giran los engranajes.

65 Pueden incluirse sensores sin contacto en un engranaje ovalado para medir la rotación del engranaje. Generalmente, un sensor sin contacto puede configurarse para detectar un área detectable que se ubica en al menos uno de los engranajes y puede ubicarse fuera de la cámara en una posición para detectar el área detectable a medida que giran

los engranajes. El sensor sin contacto también puede configurarse para generar una señal de detección en función de si se detecta el área detectable. Puede incluirse un controlador en un engranaje ovalado para recibir la señal de detección de los sensores sin contacto y generar un recuento de rotaciones. El controlador puede incluir un procesador y/o memoria programables. El controlador puede configurarse además para calcular un volumen de flujo de fluido a través del engranaje ovalado con base en el recuento de rotaciones.

Generalmente, los medidores de engranajes ovalados que incluyen sensores sin contacto tienden a medir con exactitud el flujo de fluido en aplicaciones que tienen un caudal de fluido alto o un flujo de fluido relativamente uniforme (por ejemplo, el fluido que se proporciona por las bombas peristálticas o de líneas de fluido mantenidas a presión). Sin embargo, en aplicaciones que tienen caudales de fluidos bajos o donde el flujo de fluido no es uniforme, los medidores de engranajes ovalados que incluyen sensores sin contacto pueden tener una menor exactitud de medición. Por ejemplo, el flujo no uniforme que se genera por una bomba de diafragma puede causar choques de presión que generan oscilaciones del fluido en las líneas de fluido después de cada ciclo de bombeo. Las oscilaciones del fluido pueden producir vibraciones o "fluctuación" de los engranajes ovalados o un reflujo de fluido a través del medidor. Cuando la fluctuación ocurre cerca de la región de detección de un sensor sin contacto, la fluctuación puede inducir señales de detección falsas del sensor que pueden hacer que un controlador genere un recuento de rotaciones inexacto. Las señales de detección falsas también pueden inducirse por el reflujo de fluido hacia un medidor de engranajes ovalados. Por ejemplo, un choque de presión en una línea de fluido puede hacer que el fluido fluya hacia la salida de fluido de un medidor de engranajes ovalados haciendo que los engranajes ovalados del medidor giren hacia atrás. El reflujo que se produce cuando los engranajes ovalados están cerca de una región de detección del sensor sin contacto puede inducir al controlador a generar un recuento de rotaciones inexacto. Adicionalmente, los medidores de engranajes ovalados en aplicaciones de bajo flujo también pueden tener un mayor error debido a fugas de fluido alrededor de los engranajes ovalados.

Esta descripción describe un medidor de fluido de desplazamiento positivo, en particular un medidor de engranajes, para determinar un caudal o volumen de fluido. En particular, esta descripción describe métodos, sistemas y aparatos que se relacionan con medidores de engranajes que pueden usarse en aplicaciones con características de bajo flujo y/o no uniformes.

La Figura 1 es una vista en planta superior de un sistema de medición de flujo de fluido 10 que incluye un medidor de engranajes ovalados 100. El sistema 10 incluye una bomba de fluido 12, una primera línea de fluido 14, una segunda línea de fluido 16 y un engranaje ovalado 100. La primera línea de fluido 14 puede estar en comunicación de fluido con la bomba de fluido 12 que se configura para proporcionar un flujo de fluido a través del sistema 10. La bomba de fluido 12 puede estar en comunicación fluida con una fuente de fluido (no mostrada) y puede ser cualquier bomba adecuada para proporcionar un flujo de fluido a través del sistema. El flujo de fluido puede tener una variedad de características de flujo de fluido y puede depender del tipo de bomba que se seleccione o de la aplicación del sistema 10. Por ejemplo, diferentes aplicaciones pueden requerir un volumen de flujo de fluido alto o un volumen de flujo de fluido bajo. Ciertos ejemplos pueden requerir un flujo de fluido uniforme que se proporciona por una bomba peristáltica o líneas de fluido mantenidas a presión. En otros ejemplos, una bomba de fluido puede proporcionar un flujo de fluido no uniforme, particularmente cuando la aplicación requiere un volumen de fluido bajo.

El medidor de engranajes ovalados 100 puede configurarse para medir el flujo de fluido a través del sistema 10 y puede incluir un carcasa 102 que define una cámara 106, una entrada de fluido 104 y una salida de fluido 105. La entrada de fluido 104 puede estar en comunicación fluida con la primera línea de fluido 14 y proporciona un flujo de fluido desde la primera línea de fluido a la cámara 106. Los engranajes ovalados 108 y 110 se instalan dentro de la cámara 106 y se configuran para girar en concierto alrededor de los ejes fijos de rotación 112 y 114, respectivamente, en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara. El fluido sale de la cámara 106 por medio de la salida de fluido 105 que está en comunicación fluida con la segunda línea de fluido 16.

En consecuencia, el fluido que se proporciona por la bomba de fluido 12 fluye a través de la línea de fluido 14 y hacia el medidor de engranajes ovalados a través de la entrada de fluido 104. A continuación, el fluido fluye a través del medidor de engranajes ovalados 100, en donde se mide el volumen de flujo, y sale del medidor de engranajes ovalados 100 a través de la salida de fluido 105 y hacia la segunda línea de fluido 16.

La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de un medidor de engranajes ovalados 200 que puede tomarse a lo largo de la línea A-A del engranaje ovalado 100 de la Figura 1. El medidor de engranajes ovalados 200 incluye una carcasa 202, engranajes ovalados 208 y 210, un sensor sin contacto 240 y un controlador 260. Los engranajes ovalados 208 y 210 se instalan dentro de una cámara 206 que se define por la carcasa 202 y pueden configurarse para girar alrededor de los ejes 213 y 215, respectivamente. La carcasa 202 y los engranajes ovalados 208 y 210 pueden comprender cualquier material adecuado compatible con el fluido que se mide, por ejemplo, un plástico moldeable.

En ciertas modalidades, el medidor de engranajes ovalados 200 también puede incluir un sensor sin contacto 240 y un controlador 260. El sensor sin contacto 240 puede configurarse para detectar un área detectable (no mostrada) que se proporciona en las superficies superiores 242 y 244 de los engranajes ovalados 208 y 210, respectivamente. Por ejemplo, el sensor sin contacto 240 puede ser un sensor magnético que se configura para detectar un área detectable

que comprende un imán que se instala en o dentro de al menos uno de los engranajes ovalados. En otro ejemplo, el sensor sin contacto 240 puede ser un sensor óptico que se configura para emitir una longitud de onda sobre al menos una superficie superior 242 o 244 de los engranajes ovalados que incluyen un área detectable y detectar una reflectancia de la longitud de onda en al menos una de las superficies superiores. La Patente de Estados Unidos con Núm. de serie 7,523,660, presentada el 19 de diciembre de 2007, y la Patente de Estados Unidos con Núm. de serie 8,069,719, presentada el 11 de febrero de 2009, proporcionan ejemplos de engranajes ovalados que incorporan sensores sin contacto. Puede apreciarse que el medidor de engranajes ovalados 200 puede incluir cualquier número de sensores sin contacto y cualquier número de áreas detectables adecuadas para una aplicación particular del medidor. El sensor sin contacto 240 también puede configurarse para generar una señal de detección con base en la detección, o falta de detección, de un área detectable.

El medidor de engranajes ovalados 200 también puede incluir un controlador 260 que se configura para calcular un volumen de flujo de fluido a través del medidor con base en la señal de detección del sensor sin contacto 240. El controlador puede configurarse para recibir una señal de detección del sensor sin contacto 240 y determinar un recuento de rotaciones de los engranajes ovalados con base en la señal de detección. El recuento de rotaciones puede ser indicativo del número de rotaciones realizadas por los engranajes ovalados 208 y 210 en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara 206. Como se discutirá más adelante en la presente descripción, puede calcularse un volumen de fluido que pasa a través de un medidor de engranajes ovalados cuando se conoce el número de rotaciones (completas y parcialmente completas) realizadas por los engranajes ovalados y se conoce el volumen de fluido por rotación. En consecuencia, el controlador 260 puede medir un volumen de fluido que pasa a través del medidor mediante la medición de un recuento de rotaciones de los engranajes ovalados.

Las Figuras 3A y 3B son vistas en planta superior que ilustran el flujo de fluido a través de un medidor de engranajes ovalados 300. El medidor de engranajes ovalados 300 incluye una carcasa 302 que define una cámara 306 que tiene una entrada de fluido 304 y una salida de fluido 305. Los engranajes ovalados 308 y 310 se instalan dentro de la cámara 306 y se configuran para girar en concierto alrededor de los ejes de rotación 312 y 314, respectivamente, en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara. Los engranajes ovalados 308 y 310 se configuran para entrelazarse lo que evita así que el fluido de la entrada de fluido 304 pase entre los engranajes. En consecuencia, el fluido fluye alrededor de los engranajes ovalados a través de las bolsas de fluido 316 y 318.

La Figura 3A muestra el medidor de engranajes ovalados 300 en una primera posición de rotación donde puede introducirse fluido en la cámara 306 a través de la entrada de fluido 304. Como se indicó anteriormente, el entrelazado de los engranajes ovalados 308 y 310 evita que el fluido pase entre los engranajes al forzar así el fluido entrante hacia un vértice 309 del engranaje ovalado 308 y al instar al engranaje ovalado 308 a girar en sentido contrario a las agujas del reloj. El par de torsión en sentido contrario a las agujas del reloj que se aplica a través del engranaje ovalado 308 a su vez impulsa la rotación en sentido de las agujas del reloj del engranaje ovalado 310. La Figura 3B muestra el medidor de engranajes ovalados 300 en una posición de rotación radialmente avanzada con respecto a la posición de rotación que se muestra en la Figura 3A, en donde el engranaje ovalado 308 ha girado 90 grados en sentido contrario a las agujas del reloj y el engranaje ovalado 310 ha girado 90 grados en sentido de las agujas del reloj. En esta posición de rotación del medidor de engranajes ovalados 300, la rotación del engranaje ovalado 308 ha formado una bolsa de fluido 318 que se define por la superficie del engranaje ovalado 308 y una pared de la cámara 306. Al mismo tiempo, el fluido procedente de la entrada de fluido 304 se fuerza hacia un vértice 311 del engranaje ovalado 310, lo que obliga al engranaje ovalado 310 a girar en sentido de las agujas del reloj. Esto, a su vez, insta al engranaje ovalado 308 a continuar la rotación en sentido contrario a las agujas del reloj para liberar el fluido en la bolsa de fluido 318. Puede apreciarse que puede formarse una bolsa de fluido similar 316 entre el engranaje ovalado 310 y una pared de la cámara 306, como se muestra en la Figura 3A.

En este ejemplo, el volumen de fluido que fluye a través del medidor de engranajes ovalados 300 en una rotación completa de los engranajes ovalados 308 y 310 es equivalente al volumen de fluido contenido por cuatro bolsas de fluido. Más específicamente, una rotación completa de los engranajes hace que las bolsas de fluido 316 y 318 se liberen dos veces cada una. Generalmente, el volumen de las bolsas de fluido de un engranaje ovalado se mide con precisión, por lo tanto, puede calcularse un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados al determinar un recuento de rotaciones de los engranajes ovalados del medidor. Por ejemplo, un recuento de rotaciones puede determinarse por un contador de engranajes ovalados 300 que indica que se han producido dos rotaciones completas de los engranajes ovalados 308 y 310. Con base en este recuento de rotaciones, se sabe que el medidor de engranajes ovalados ha dispensado ocho bolsas de fluido (por ejemplo, cuatro de las bolsas de fluido 316 y cuatro de las bolsas de fluido 318) y, por lo tanto, puede calcularse un volumen de fluido si se conoce el volumen de las bolsas de fluido.

Como se discutirá más adelante en la presente descripción, no es necesario que un recuento de rotaciones se corresponda con una rotación total o completa de los engranajes ovalados de un medidor de engranajes ovalados. En algunos ejemplos, cada recuento de rotaciones puede corresponder con una rotación parcial conocida de los engranajes ovalados. En otros ejemplos, cada recuento de rotaciones puede corresponder con una rotación completa, pero el recuento de rotaciones puede incrementarse fraccionalmente en una cantidad fraccionaria conocida. Además, los medidores de engranajes ovalados pueden configurarse para aumentar la resolución de la medición, lo que permite una medición más precisa del flujo de fluido a través del medidor. Estas configuraciones pueden ser útiles en

aplicaciones de flujo de fluido bajo. En un ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede configurarse para medir medias rotaciones de los engranajes ovalados que corresponden a un volumen igual al volumen de dos bolsas de fluido. En otro ejemplo, puede configurarse un medidor de engranajes ovalados para medir cuartos de rotación de los engranajes ovalados que corresponden a un volumen igual a una bolsa de fluido. La resolución de la medición de un medidor de engranajes ovalados también puede depender del volumen de las bolsas de fluido del medidor. Generalmente, las bolsas de fluido con un volumen más pequeño pueden aumentar la resolución de medición de un engranaje ovalado ya que se dispensan volúmenes más pequeños de fluido por rotación de los engranajes ovalados. Por el contrario, las bolsas de fluido más grandes pueden disminuir la resolución a medida que se dispensan mayores volúmenes de fluido por rotación. Puede apreciarse que diferentes aplicaciones pueden requerir una resolución de medición diferente y los ejemplos de la presente aplicación pueden configurarse para tener una amplia gama de resoluciones.

La Figura 4A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados 400 que incluye un sensor sin contacto 440 y un área detectable 444. El sensor sin contacto 440 puede configurarse para detectar el área detectable 444 que se proporciona en una superficie del engranaje ovalado 410 y generar una señal de detección. El sensor sin contacto 440 puede montarse en una carcasa (no mostrada) del medidor de engranajes ovalados 400 que se coloca por encima de las superficies superiores 242, 244 de los engranajes ovalados 408 y 410. Como se indica en la Figura 4A los medidores de engranajes ovalados 408 y 410 se configuran para girar en sentido contrario a las agujas del reloj y en el sentido de las agujas del reloj, respectivamente, en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara 406. La rotación del engranaje ovalado 410 hace que el área detectable 444 pase a través de una región de detección del sensor sin contacto 440 que puede ubicarse debajo del sensor. Al detectar el área detectable 444, el sensor sin contacto puede generar una señal de detección. Por tanto, una señal de detección del sensor sin contacto 440 puede ser indicativa de una posición de rotación de los engranajes ovalados 408 y 410 en donde el área detectable 444 está debajo del sensor sin contacto 440. En este ejemplo, el sensor sin contacto puede configurarse para generar una señal "positiva" (en lo sucesivo también denominada "1" o "alta") cuando el sensor detecta el área detectable y una señal "negativa" (en lo sucesivo también denominada como "0" o "baja") cuando el sensor no detecta el área detectable. Puede apreciarse que la señal de detección que se genera por un sensor sin contacto puede ser de cualquier forma en cualquier formato adecuado para indicar la detección de un área detectable. En ciertos ejemplos, un sensor sin contacto puede configurarse para no generar una señal de detección cuando no se detecta un área detectable. En tal ejemplo, la falta de una señal aún puede ser indicativa de una posición de rotación en donde el área detectable no está dentro de una región de detección del sensor.

El medidor de engranajes ovalados 400 también puede incluir un controlador que se configura para calcular un recuento de rotaciones con base en la señal de detección que se proporciona por el sensor sin contacto 440. En este ejemplo, el medidor de engranajes ovalados 400 se configura de manera que una rotación completa de los engranajes ovalados 408 y 410 hace que el sensor sin contacto 440 detecte el área detectable 444 sólo una vez. Por tanto, puede determinarse un recuento de rotaciones con base en el número de veces que el sensor sin contacto detecta un área detectable.

La Figura 4B es un gráfico 490 de una señal de detección del sensor sin contacto 440 del medidor de engranajes ovalados 400 a lo largo del tiempo. Más específicamente, el gráfico 490 muestra la señal de detección del sensor sin contacto 440 que detecta el área detectable 444 cuando los engranajes ovalados 408 y 410 giran en una dirección hacia adelante en respuesta al flujo de fluido a través del medidor. El gráfico 490 incluye los puntos de tiempo 491a, 491b, 492a y 492b. Inicialmente, la señal de detección del sensor sin contacto 440 es baja, lo que indica que los engranajes ovalados 408 y 410 están en una posición de rotación en donde el área detectable no está dentro de una región de detección del sensor. La señal de detección es alta entre los puntos de tiempo 491a y 492a, y también 491b y 492b, y es indicativa de las posiciones de rotación de los engranajes ovalados en donde el área detectable se detecta por el sensor sin contacto 440. La señal de detección vuelve a ser baja entre los puntos de tiempo 492a y 491b, y también después del punto de tiempo 492b, y es indicativa de las posiciones de rotación de los engranajes ovalados en donde el sensor no detecta el área detectable. El período de tiempo entre los puntos de tiempo 481a y 481b, o alternativamente, 482a y 482b, puede representar todas las posiciones de rotación en una rotación completa de los engranajes ovalados 408 y 410, ya que solo hay un área detectable 444 en el medidor de engranajes ovalados 400.

En este ejemplo, las posiciones de rotación de los engranajes ovalados en una rotación completa del medidor de engranajes ovalados 400 pueden clasificarse en estados de rotación A y B. El estado de rotación A comprende todas las posiciones de rotación en donde el área detectable 444 no se detecta por el sensor sin contacto 440 y se muestra en el gráfico 490 antes del punto de tiempo 491a, entre los puntos de tiempo 492a y 491b, y también después del punto de tiempo 492b. El estado de rotación B comprende todas las posiciones de rotación en donde el sensor sin contacto detecta el área detectable y se muestra en el gráfico 490 entre los puntos de tiempo 491a y 492a, así como 491b y 492b. Cuando el sensor sin contacto 440 detecta el estado de rotación A y B, genera una señal de detección negativa y positiva, respectivamente.

El medidor de engranajes ovalados 400 también puede incluir un controlador que se configura para calcular un volumen de flujo de fluido a través del medidor al determinar un recuento de rotaciones con base en las señales de detección que se proporcionan por el sensor sin contacto 440. La Figura 4C es un diagrama de flujo 480 que ilustra un método para determinar un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 400 en

5 respuesta al flujo de fluido a través del medidor. Inicialmente, el sensor sin contacto 440 puede detectar en la etapa 482 el estado de rotación A indicativo de una posición de rotación de los engranajes ovalados en donde el área detectable no está dentro de una región de detección del sensor. Cuando los engranajes ovalados 408 y 410 giran en una dirección hacia adelante en respuesta al flujo de fluido a través del medidor, los engranajes finalmente alcanzan una posición de rotación en donde el área detectable 444 está dentro de una región de detección del sensor sin contacto. En consecuencia, el sensor sin contacto puede detectar el estado de rotación B en la etapa 484. Puede apreciarse como los engranajes ovalados continúan girando en el medidor de engranajes ovalados 400, el sensor sin contacto 440 detecta una secuencia de estados de rotación que comprenden el estado de rotación A y B, en orden. Como se señaló anteriormente, el sensor sin contacto 440 puede configurarse para generar una señal de detección negativa y una señal de detección positiva cuando se detectan los estados de rotación A y B, respectivamente, y proporcionar las señales al controlador 441, que se muestra en la Figura 4C como una línea discontinua.

15 Al mismo tiempo, el controlador 441 del medidor de engranajes ovalados 400 se configura para recibir la señal de detección del sensor sin contacto 440 y determinar un recuento de rotaciones. El controlador está inicialmente en un estado de recepción 486 en donde el controlador se configura para recibir una señal de detección del sensor sin contacto. Al recibir una señal de detección indicativa tanto de un estado de rotación como de una posición de rotación de los engranajes ovalados 408 y 410, el controlador determina en la etapa 487 si la señal de detección es positiva. Si la señal de detección es positiva, entonces el controlador incrementa el recuento de rotaciones y regresa al estado de recepción 486. Si la señal de detección es negativa, entonces el controlador vuelve al estado de recepción 486 sin incrementar el recuento de rotaciones. Al volver a la Figura 4B, puede apreciarse que el controlador 441 puede incrementar un recuento de rotaciones del medidor de engranajes ovalados en los puntos de tiempo 491a y 491b cuando la señal de detección pasa de baja a alta. Puede apreciarse que el método de la Figura 4C puede configurarse alternativamente para incrementar un recuento de rotaciones cuando la señal de detección pasa de alta a baja (por ejemplo, en los puntos de tiempo 492a y 492b) al modificar la etapa 487 para comprobar si la señal de detección es negativa. En este ejemplo, debido a que el sensor sin contacto 440 detecta el área detectable 444 sólo una vez durante cada rotación, cada incremento del recuento de rotaciones en la etapa 488 corresponde con una rotación completa de los engranajes ovalados. Puede apreciarse que un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 400 puede determinarse mediante el uso del recuento de rotaciones y un volumen conocido de bolsas de fluido del medidor.

30 Como se señaló anteriormente, los medidores de engranajes ovalados que incluyen sensores sin contacto tienden a medir el volumen de fluido con exactitud en aplicaciones que tienen un caudal de fluido alto o un flujo de fluido relativamente uniforme (por ejemplo, fluido que se proporciona por bombas peristálticas o de líneas de fluido mantenidas a presión). En estas aplicaciones, la uniformidad del flujo tiende a proporcionar una rotación continua de los engranajes ovalados en una dirección hacia adelante, lo que conduce a una medición exacta del flujo de fluido. En aplicaciones que tienen caudales de fluidos bajos o donde el flujo de fluido no es uniforme, los medidores de engranajes ovalados que incluyen sensores sin contacto pueden tener una menor exactitud de medición. Estas aplicaciones tienden a proporcionar un caudal irregular, lo que provoca así una rotación no continua de los engranajes ovalados, que puede incluir una rotación hacia atrás de los engranajes ovalados. Por ejemplo, el flujo no uniforme que se genera por una bomba de diafragma puede causar choques de presión que generan oscilaciones del fluido en las líneas de fluido después de cada ciclo de bombeo. Las oscilaciones del fluido pueden producir vibraciones o "fluctuación" de los engranajes ovalados o reflujos de fluido hacia el medidor de engranajes ovalados desde la salida de fluido. La fluctuación o reflujos de fluido que se produce cuando los engranajes ovalados están en una posición de rotación en donde el área detectable está cerca de una región de detección del sensor sin contacto puede inducir señales de detección falsas del sensor que pueden hacer que un controlador genere un recuento de rotaciones inexacto. En consecuencia, el controlador puede calcular un volumen inexacto de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados con base en el recuento de rotaciones inexacto.

50 Las Figuras 5A y 5B son vistas superiores parciales de las posiciones de rotación de un medidor de engranajes ovalados 500. Las posiciones de rotación que se muestran en las figuras muestran un área detectable 542 provista en un engranaje ovalado 508 en diferentes posiciones con respecto a un sensor sin contacto 540, que está estacionario, mientras el engranaje ovalado 508 gira en respuesta al flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados. La Figura 5A muestra una posición de rotación del engranaje ovalado 508 inmediatamente antes de que el área detectable 542 entre en una región de detección del sensor sin contacto 540 en donde el sensor sin contacto genera una señal de detección negativa. La Figura 5B muestra una posición de rotación inmediatamente después de que el área detectable ha entrado en la región de detección del sensor sin contacto 540 en donde el sensor sin contacto genera una señal de detección positiva. En aplicaciones donde el flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 500 es bajo o no uniforme, las oscilaciones del fluido pueden hacer que el engranaje ovalado 508 vibre o fluctúe entre la posición de rotación que se muestra en la Figura 5A y la posición de rotación que se muestra en la Figura 5B. Esta fluctuación del engranaje ovalado 508 puede, a su vez, hacer que el sensor sin contacto 540 genere una señal de detección que oscile rápidamente entre positivo y negativo.

65 La Figura 5C es un gráfico 590 de la señal de detección del sensor sin contacto 540 del medidor de engranajes ovalados 500 de las Figuras 5A y 5B a lo largo del tiempo. El gráfico 590 muestra una rotación hacia adelante del engranaje ovalado 508 en respuesta al flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 500 entre los puntos de tiempo 591a y 593a. Entre los puntos de tiempo 591a y 592a, el sensor sin contacto detecta un estado de rotación

B indicativo de las posiciones de rotación del engranaje ovalado en donde el sensor sin contacto 540 detecta el área detectable 542. El sensor sin contacto detecta un estado de rotación A entre los puntos de tiempo 592a y 593a indicativos de las posiciones de rotación del engranaje ovalado en donde el sensor no detecta el área detectable. El sensor sin contacto genera una señal de detección negativa y positiva cuando detecta el estado de rotación A y B, respectivamente.

Entre los puntos de tiempo 593a y 591b, el gráfico 590 muestra la señal de detección del sensor sin contacto 540 que oscila rápidamente entre bajo y alto indicativo de la fluctuación del engranaje ovalado 508. Durante este período de tiempo, el engranaje ovalado 508 puede oscilar entre las posiciones de rotación que se muestran en las Figuras 5A y 5B. De manera similar, la señal de detección entre los puntos de tiempo 592c y 593b también indica la fluctuación del engranaje ovalado 508, en donde el engranaje oscila rápidamente entre una posición de rotación inmediatamente antes de que el área detectable 542 salga de la región de detección del sensor sin contacto 540 y una posición de rotación inmediatamente después de que el área detectable haya salido de la región de detección del sensor.

Las oscilaciones en una señal de detección pueden proporcionar lecturas falsas a un controlador, al inducir al controlador a calcular mal un volumen de flujo de fluido a través de un engranaje ovalado. Por ejemplo, un controlador del medidor de engranajes ovalados 500 puede configurarse para determinar un recuento de rotaciones mediante el uso de un método similar al método que se muestra en el diagrama 480 de la Figura 4C, en donde el controlador incrementa un recuento de rotaciones cada vez que la señal de detección pasa de baja a alta. Como se indicó anteriormente, el recuento de rotaciones corresponde a un número de rotaciones del engranaje ovalado y es indicativo de un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados. En este ejemplo, las fluctuaciones que inducen oscilaciones de la señal de detección entre los puntos de tiempo 593a y 591b, así como 592c y 593b, pueden hacer que el controlador del medidor de engranajes ovalados 500 incremente falsamente el recuento de rotaciones. Más específicamente, las oscilaciones de la señal de detección entre estos períodos de tiempo son indicativas de un avance de rotación del engranaje ovalado 508 cuando, de hecho, el engranaje ovalado no ha girado hacia adelante en absoluto. Por tanto, el controlador es inducido por la fluctuación para determinar un recuento de rotaciones que representa erróneamente el número de rotaciones del engranaje ovalado 508, lo que a su vez puede conducir a un error de cálculo del volumen de flujo de fluido a través del medidor.

El error inducido por la fluctuación y el reflujo puede reducirse al configurar un medidor de engranajes ovalados para detectar y no tener en cuenta la rotación hacia atrás de los engranajes ovalados del medidor. En un ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede incluir una pluralidad de sensores sin contacto que se colocan para detectar una dirección de rotación de los engranajes ovalados del medidor. El medidor de engranajes ovalados también puede incluir un controlador que se configura para determinar un recuento de rotaciones con base en únicamente la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados, lo que ignora así cualquier rotación hacia atrás de los engranajes que pueda causarse por la fluctuación o el reflujo.

La Figura 6A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados 600 que se configura para detectar una dirección de rotación y la cantidad de engranajes ovalados 608 y 610. El medidor de engranajes ovalados 600 incluye sensores sin contacto 640 y 645 y engranajes ovalados 608 y 610, en donde el engranaje ovalado 610 incluye un área detectable 644. Como en otros ejemplos, los sensores sin contacto 640 y 645 pueden configurarse cada uno para generar señales de detección en respuesta a la detección del área detectable 644. Los sensores sin contacto 640 y 645 pueden colocarse linealmente a lo largo de una trayectoria de rotación del engranaje ovalado 610 de manera que la rotación de los engranajes ovalados en respuesta al flujo de fluido a través del medidor puede hacer que el área detectable entre primero en una región de detección del sensor sin contacto 640 y luego ingrese posteriormente a una región de detección del sensor sin contacto 645. Además, los sensores sin contacto pueden colocarse de manera que al menos una posición de rotación de los engranajes ovalados haga que ambos sensores sin contacto detecten simultáneamente el área detectable 644.

La Figura 6B proporciona vistas superiores parciales de las posiciones de rotación del medidor de engranajes ovalados 600. Más específicamente, la Figura 6B ilustra las posiciones de rotación 670-678 del engranaje ovalado 610 (no mostrado) que gira en una dirección hacia adelante a lo largo de una trayectoria de rotación 611 del engranaje ovalado 610 de manera que el área detectable 644 pasa a través de las regiones de detección de los sensores sin contacto 640 y 645. Cada posición de rotación se asocia con una secuencia de estados de rotación A a D, en donde el orden de la secuencia corresponde con la rotación hacia adelante, o avance, de los engranajes ovalados 608 y 610 del medidor de engranajes ovalados 600. En este ejemplo, el estado de rotación A es indicativo de todas las posiciones de rotación en donde el área detectable 644 está fuera de las regiones de detección de ambos sensores sin contacto 640 y 645 e incluye las posiciones de rotación 670 y 678; el estado de rotación B es indicativo de todas las posiciones de rotación en donde el área detectable solo se detecta por el sensor sin contacto 640 e incluye la posición de rotación 672; el estado de rotación C es indicativo de todas las posiciones de rotación en donde el área detectable se detecta por ambos sensores sin contacto e incluye la posición de rotación 674; y el estado de rotación D es indicativo de todas las posiciones de rotación en donde el área detectable sólo se detecta por el sensor sin contacto 645 e incluye la posición de rotación 676. Como se muestra en la Figura 6B, la rotación hacia adelante del engranaje ovalado 610 a través de las posiciones de rotación 670 a 678 en respuesta al flujo de fluido a través del engranaje ovalado corresponde con el orden de la secuencia de estados de rotación A a D. Por lo tanto, la secuencia de estados de rotación es indicativa de una dirección de rotación de los engranajes ovalados 608 y 610. Por ejemplo, cuando los

sensores sin contacto detectan los estados de rotación B y luego C, el orden en el que se detectan los estados de rotación es indicativo de una rotación hacia adelante de los engranajes ovalados. Cuando los sensores sin contacto detectan los estados de rotación C y luego B, el orden de los estados de rotación que se detectan es indicativo de una rotación hacia atrás. Por tanto, una dirección de rotación de los engranajes ovalados 608 y 610 puede detectarse colectivamente por el medidor de engranajes ovalados 600.

La Figura 6C es una tabla 650 que muestra los estados de rotación del medidor de engranajes ovalados 600 de la Figura 6A. La Tabla 650 también muestra las señales de detección correspondientes que se generan por los sensores sin contacto 640 y 645 para cada estado de rotación. Puede apreciarse que una rotación completa de los engranajes ovalados 608 y 610 en respuesta al flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 600 corresponde con una secuencia a través de los estados de rotación A a D. Por lo tanto, el número de rotaciones del engranaje ovalado puede determinarse con base en los estados de rotación que se detectan por los sensores sin contacto.

En un ejemplo, el medidor de engranajes ovalados 600 puede incluir un controlador que se configura para determinar un recuento de rotaciones del medidor de flujo con base en los estados de rotación que se detectan por los sensores sin contacto y determinar un volumen de flujo de fluido. Por ejemplo, el controlador del medidor de engranajes ovalados 600 puede configurarse para recibir las señales de detección de los sensores sin contacto indicativas de un estado de rotación que se detecta por los sensores sin contacto y avanzar a través de la secuencia de estados de rotación de la tabla 650 de la Figura 6C para determinar un recuento de rotaciones. Debido a que el controlador solo avanza a través de la secuencia de estados de rotación, el controlador efectivamente ignora la rotación hacia atrás de los engranajes ovalados que puede causarse por fluctuación o reflujo.

La Figura 7 es un diagrama de flujo 700 que ilustra un método para determinar un volumen de flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 600 de la Figura 6A. El diagrama 700 ilustra los sensores sin contacto 640 y 645 del medidor de engranajes ovalados 600 que responde a una rotación hacia adelante de los engranajes ovalados 608 y 610 durante el funcionamiento normal del medidor de flujo. Como se señaló anteriormente, los sensores sin contacto se configuran para detectar estados de rotación A-D, en donde cada estado de rotación se asocia con una pluralidad de posiciones de rotación de los engranajes ovalados y en donde la secuencia de estados de rotación A a D corresponde con una rotación hacia adelante de la engranajes ovalados. Por lo tanto, a medida que avanza la posición de rotación de los engranajes ovalados en respuesta al flujo de fluido a través del medidor de flujo, los estados de rotación también avanzan a través de la secuencia de estados de rotación A a D, en orden, como lo muestran las flechas sólidas en el diagrama 700. El diagrama 700 también ilustra los sensores sin contacto 640 y 645 que responden a una rotación hacia atrás de los engranajes ovalados 608 y 610 que pueden ser causados por fluctuación o el reflujo. A medida que la posición de rotación de los engranajes ovalados retrocede en respuesta a la fluctuación o el reflujo, el estado de rotación también puede retroceder como se muestra mediante las flechas de puntos en el diagrama 700.

Los sensores sin contacto 640 y 645 pueden configurarse para proporcionar señales de detección a un controlador 740 del medidor de engranajes ovalados 600. En este ejemplo, las señales de detección que se generan por los sensores sin contacto y se proporcionan al controlador 740 para cada estado de rotación pueden estar de acuerdo con la tabla 650 de la Figura 6C. Por ejemplo, los engranajes ovalados 608 y 610 pueden estar en una posición de rotación que se asocia con el estado de rotación B. De acuerdo con la tabla 650, los sensores sin contacto 640 y 645 proporcionarán una señal de detección positiva y una señal de detección negativa, respectivamente, y se indican en diagrama 700 como el par ordenado (1,0), en donde el primer valor del par representa la señal de detección del sensor sin contacto 640 y el segundo valor del par representa la señal de detección del sensor sin contacto 645. En ciertos ejemplos, los sensores sin contacto pueden configurarse para proporcionar continuamente este par de señales de detección al controlador siempre que los engranajes ovalados permanezcan en una posición de rotación que se asocia con el estado de rotación B. En otros ejemplos, los sensores sin contacto pueden configurarse para proporcionar periódicamente una señal de detección al controlador 740, o responder a una encuesta que se origina desde el controlador a los sensores sin contacto. Puede apreciarse que cualquier medio adecuado para proporcionar las señales de detección de los sensores sin contacto a un controlador puede emplearse por un medidor de engranajes ovalados.

Al mismo tiempo, el controlador 740 del medidor de engranajes ovalados 600 puede configurarse para incrementar un recuento de rotaciones que puede usarse para calcular un volumen de flujo de fluido del medidor con base en las señales de detección que se proporcionan por los sensores sin contacto 640 y 645. Más específicamente, el controlador se configura para recibir las señales de detección de los sensores sin contacto y determinar si las señales de detección recibidas coinciden con un estado de rotación esperado correspondiente a una rotación hacia adelante de los engranajes ovalados 608 y 610. Puede apreciarse que el método del diagrama 700 muestra el controlador 740 que avanza a través de la secuencia de estados de rotación A a D, ya que el orden de los estados de rotación esperados en las etapas 744, 748, 752 y 756 se corresponde con el orden de la secuencia de estados de rotación A a D. En este ejemplo, el controlador está inicialmente en un estado de recepción 742 en donde el controlador se configura para recibir las señales de detección que se proporcionan por los sensores sin contacto 640 y 645. Las señales de detección que se reciben pueden ser indicativas de un estado de rotación actual que se detecta por los sensores sin contacto con base en la posición de rotación actual de los engranajes ovalados 608 y 610. Al recibir las señales de detección en el estado de recepción 742, el controlador puede comparar en la etapa 744 las señales de detección recibidas con un estado de rotación esperado. En esta etapa, el controlador espera que el siguiente estado

de rotación sea el estado de rotación B que comprende una señal de detección positiva del sensor sin contacto 640 y una señal de detección negativa del sensor sin contacto 645. Si las señales de detección que se reciben de los sensores sin contacto en el estado de recepción 742 no es equivalente a la señal de detección del estado de rotación B, el controlador vuelve al estado de recepción 742. Puede apreciarse que el controlador alterna entre el estado de recepción 742 y la comparación de la etapa 744 hasta que el controlador recibe señales de detección equivalentes a las señales de detección del estado de rotación B, en cuyo punto el controlador avanza al estado de recepción 746. El controlador alterna entonces entre el estado de recepción 746 y una comparación de la etapa 748 hasta que el controlador recibe señales de detección de los sensores sin contacto equivalentes a las señales de detección del estado de rotación C, después de lo cual el controlador avanza al estado de recepción 750. Como puede apreciarse, el controlador realiza etapas similares con respecto al estado de recepción 750 y una comparación con el estado de rotación D en la etapa 752, así como con el estado de recepción 754 y una comparación con el estado de rotación A en la etapa 756. Después de que el controlador recibe señales de detección en el estado de recepción 754 que son equivalentes a las señales de detección del estado de rotación A, el controlador avanza desde la etapa 756 e incrementa un recuento de rotaciones en la etapa 758 antes de volver al estado de recepción 742.

En un ejemplo, los engranajes ovalados 608 y 610 del medidor de engranajes ovalados 600 pueden estar inicialmente en una posición de rotación que se asocia con el estado de rotación A. En consecuencia, los sensores sin contacto 640 y 645 pueden detectar el estado de rotación A en la etapa 712 y cada uno proporciona una señal de detección negativa al controlador 740. El controlador recibe las señales de detección correspondientes al estado de rotación A en el estado de recepción 742 y determina en la etapa 744 que no son equivalentes a las señales de detección del estado de rotación B. En consecuencia, el controlador vuelve al estado de recepción 742 y continúa alternando entre el estado de recepción 742 y etapa 744. A medida que los engranajes ovalados 608 y 610 giran en una dirección hacia adelante en respuesta al flujo de fluido, los engranajes finalmente alcanzan una posición de rotación que se asocia con el estado de rotación B que puede detectarse por los sensores sin contacto. El controlador 740 recibe las señales de detección en el estado de recepción 742 y valida que las señales corresponden al estado de rotación esperado B en la etapa antes de avanzar al estado de recepción 746. Puede apreciarse que a medida que avanza la posición de rotación de los engranajes ovalados, los sensores sin contacto detectan los estados de rotación asociados y proporcionan las señales de detección correspondientes al controlador. A continuación, el controlador avanza a través de la secuencia de estados de rotación A a D a medida que se recibe cada estado de rotación respectivo. Como se señaló anteriormente, una vez que el controlador ha avanzado a través de la secuencia esperada de estados de rotación, incrementa el recuento de rotaciones para reflejar el avance de la posición de rotación de los engranajes ovalados antes de repetir el proceso.

En otro ejemplo, los engranajes ovalados 508 y 510 del medidor de engranajes ovalados 600 pueden girar hacia atrás en respuesta a la fluctuación o el reflujo. En este ejemplo, los engranajes ovalados pueden estar inicialmente en una posición de rotación que se asocia con el estado de rotación B. Este estado de rotación se detecta por los sensores sin contacto 640 y 645 en la etapa 714 y las señales de detección correspondientes pueden proporcionarse al controlador 740. El controlador puede recibir las señales de detección en el estado de recepción 746 y compararlas con las señales de detección correspondientes al estado de rotación esperado C. Debido a que las señales de detección recibidas no corresponden al estado de rotación esperado C, el controlador vuelve al estado de recepción 746. El controlador 740 continuará alternando entre el estado de recepción 746 y la etapa 748 hasta que reciba señales de detección asociadas con el estado de rotación esperado C. En esta situación, la fluctuación o el reflujo en el medidor de engranajes ovalados 600 pueden hacer que la posición de rotación de los engranajes ovalados retroceda a una posición de rotación correspondiente al estado de rotación A. Los sensores sin contacto pueden entonces detectar el estado de rotación A en la etapa 712 y proporcionar las señales de detección correspondientes al controlador. Debido a que las señales de detección recibidas todavía no corresponden al estado de rotación esperado C, el controlador 740 continúa alternando entre el estado de recepción 746 y la etapa 748 mientras espera que los engranajes ovalados alcancen el estado de rotación C. Por lo tanto, el controlador se configura para ignorar efectivamente la rotación hacia atrás de los engranajes ovalados 608 y 610 a medida que avanza a través de los estados de rotación basados únicamente en la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados.

La Figura 8A es un gráfico 800 de señales de detección y una señal de salida del medidor de engranajes ovalados 600 de la Figura 6A a lo largo del tiempo. El gráfico incluye puntos de tiempo 810-820 y también una señal de salida que se genera por un controlador del medidor de engranajes ovalados 600. El gráfico representa las señales de detección de los sensores sin contacto 640 y 645 a lo largo del tiempo a medida que los engranajes ovalados 608 y 610 giran en una dirección hacia adelante en respuesta al flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados 600. Como se muestra en el gráfico 800, inicialmente los engranajes ovalados están en una posición de rotación correspondiente al estado de rotación A, ya que las señales de detección de ambos sensores sin contacto 640 y 645 son negativas. Entre los puntos de tiempo 812 y 814, los engranajes ovalados están en una posición de rotación correspondiente al estado de rotación B ya que la señal de detección del sensor sin contacto 640 es positiva y la señal de detección del sensor sin contacto 645 es negativa. El gráfico 800 también muestra los engranajes ovalados que giran a través de posiciones de rotación correspondientes al estado de rotación C, D y luego A nuevamente durante los períodos de tiempo entre los puntos de tiempo 814 y 816, 816 y 818 y 818 y 820, respectivamente.

El gráfico 800 también muestra una señal de salida que puede generarse por un controlador del medidor de engranajes ovalados 600 con base en las señales de detección que se proporcionan por los sensores sin contacto. En este

ejemplo, el controlador puede configurarse para generar una señal de salida negativa donde al menos una de las señales de detección que se proporcionan por los sensores sin contacto 640 y 645 es negativa, por ejemplo entre los puntos de tiempo 810 y 814, y 816 y 820. El controlador puede configurarse además para generar una señal de salida positiva donde ambas señales de detección que se proporcionan por los sensores sin contacto son positivas, por ejemplo, entre los puntos de tiempo 814 y 816. Una señal de salida de este tipo que se genera por el controlador puede usarse para incrementar un recuento de rotaciones del medidor de engranajes ovalados 600. Por ejemplo, un controlador puede configurarse para producir la señal de salida del gráfico 800 e incrementar un recuento de rotaciones del medidor de engranajes ovalados siempre que la señal de salida pase de baja a alta (por ejemplo, punto de tiempo 814), o alternativamente, cuando vaya de mayor a menor (por ejemplo, punto de tiempo 816). Puede apreciarse que en este ejemplo, el período de la señal de salida se corresponde con una secuencia a través de los estados de rotación A a D del medidor de engranajes ovalados 600, que representa una rotación completa de los engranajes ovalados 608 y 610. Por tanto, la señal de salida puede ser examinada por el controlador para determinar un recuento de rotaciones que puede usarse para calcular un volumen de flujo de fluido a través del medidor.

También puede configurarse un controlador del medidor de engranajes ovalados 600 para generar una señal de salida que no refleje una rotación hacia atrás de los engranajes ovalados que puede causarse por la fluctuación o el reflujó. La Figura 8B es un gráfico 850 de señales de detección y una señal de salida del medidor de engranajes ovalados 600 de la Figura 6A a lo largo del tiempo. El gráfico 850 muestra además la fluctuación de los engranajes ovalados 608 y 610 que se producen entre los puntos de tiempo 854 y 856 en donde la señal de detección que se detecta por el sensor sin contacto 645 oscila entre alto y bajo, lo que hace que los sensores sin contacto detecten una oscilación entre los estados de rotación B y C. En este ejemplo, un controlador del medidor de engranajes ovalados 600 puede configurarse para generar una señal de salida con base en únicamente el avance a través de la secuencia de estados de rotación A a D para descartar efectivamente la fluctuación. Por ejemplo, el controlador puede configurarse para utilizar un método similar al método que se muestra en el diagrama 700 de la Figura 7. Con referencia a la Figura 7, puede añadirse una etapa adicional de "generar una señal de salida positiva" entre la etapa 748 y el estado de recepción 750. En consecuencia, cuando un controlador alterna entre el estado de recepción 750 y la etapa 752 mientras espera el estado de rotación esperado D, el controlador también continuará generando una señal de salida positiva. Una vez que el controlador recibe señales de detección correspondientes al estado de rotación esperado D, entonces el controlador deja de generar la señal de salida positiva. Al volver a la Figura 8B con referencia a la Figura 7, entre los puntos de tiempo 852 y 854, el controlador espera el estado de rotación C y alterna entre el estado de recepción 746 y la etapa 748. En el punto de tiempo 854, el controlador recibe señales de detección de los sensores sin contacto correspondientes al estado de rotación C, avanza y alterna entre el estado de recepción 750, etapa 752 y la etapa adicional descrita anteriormente de "generar una señal de salida positiva" como el controlador espera el estado de rotación esperado D. En consecuencia, la señal de salida del gráfico 850 permanece alta entre los puntos de tiempo 854 y 856 incluso cuando los sensores sin contacto oscilan entre los estados de rotación B y C mientras el controlador continúa esperando el estado de rotación esperado D y permanece alto entre los puntos de tiempo 856 y 858. El controlador recibe señales de detección correspondientes al estado de rotación D en el punto de tiempo 858 en donde el controlador avanza desde la etapa 752 al estado de recepción 754. Puede apreciarse que cuando el controlador alterna entre el estado de recepción 754 y la etapa 756, el controlador ya no ejecuta la etapa adicional de "generar una señal de salida positiva," por lo que la señal de salida del gráfico 850 se vuelve baja en el punto de tiempo 858.

Un experto en la técnica apreciará que el método que se muestra en el diagrama 700 solo ilustra un ejemplo de un medidor de engranajes ovalados que se configura para calcular un volumen de flujo de fluido a través del medidor al avanzar a través de una secuencia de estados de rotación y no se limita al alcance de la presente solicitud. Pueden usarse diferentes métodos para diferentes configuraciones de un medidor de engranajes ovalados.

En un ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede tener un controlador que tiene una dirección de rotación definida para el flujo hacia adelante que comprende la secuencia de estado de rotación A-B-C-D-A, etc., durante el funcionamiento normal del medidor en respuesta al flujo de fluido a través del medidor. El controlador también puede tener una dirección de rotación definida para el reflujó que comprende la secuencia de estado de rotación de A-D-C-B-A, etc. El controlador puede configurarse para generar un recuento de rotaciones en donde el recuento de rotaciones recibe un incremento positivo en cada transición de estado de rotación hacia adelante correspondiente a una transición de estados de rotación en un orden correspondiente al flujo hacia adelante (por ejemplo, de A a B, B a C, C a D y D a A), y un incremento negativo en cada transición de estado de rotación hacia atrás correspondiente a una transición de estados de rotación en un orden correspondiente al reflujó (por ejemplo, de A a D, D a C, C a B, B a A). En este ejemplo, cuando el recuento de rotaciones es igual a uno, el controlador también puede configurarse para generar un pulso de señal de salida, restablecer el recuento de rotaciones a cero y luego esperar una próxima transición del estado de rotación. Puede apreciarse que el controlador puede generar una rotación que tiene un valor negativo debido a múltiples incrementos negativos en respuesta a un período prolongado de fluctuación o reflujó. En esta situación, el valor negativo del recuento de rotaciones debe compensarse por el controlador con un número apropiado de incrementos positivos en respuesta a la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados antes de que se genere otro pulso de señal de salida. Solo cuando se hayan compensado todos los incrementos negativos (por ejemplo, para alcanzar un recuento de rotaciones de cero), y se genere un incremento positivo adicional en respuesta a la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados (por ejemplo, un recuento de rotaciones de uno), el controlador generará un pulso de señal de salida. En otro ejemplo, el controlador puede configurarse para tener un límite inferior para el

recuento de rotaciones de manera que el recuento de rotaciones no se incremente negativamente por debajo de un límite inferior. Cuando el valor del recuento de rotaciones es igual al límite inferior, el controlador puede configurarse para que ya no disminuya el recuento de rotaciones pero continúe el incremento del recuento de rotaciones en respuesta a la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados. Cuando el recuento de rotaciones alcanza el límite inferior debido a fluctuación o reflujo, el controlador también puede configurarse para generar una señal de reflujo que indica que se ha alcanzado el límite inferior del recuento de rotaciones y que se detecta reflujo en el medidor de engranajes ovalados. Cuando todos los incrementos negativos se han compensado con incrementos positivos y se realiza un incremento positivo adicional, el controlador puede dejar de generar la señal de reflujo y generar un pulso de señal de salida.

En otro ejemplo, el controlador puede configurarse para generar una segunda señal de salida que se asocia con un segundo estado de rotación. El segundo recuento de rotaciones puede recibir un incremento positivo en respuesta a una transición de estado de rotación hacia adelante y un incremento negativo en respuesta a una transición de estado de rotación hacia atrás. Cuando el segundo recuento de rotaciones es igual a uno negativo, el controlador puede configurarse para generar un segundo pulso de señal de salida, establecer el segundo contador de rotación en cero y luego esperar la siguiente transición del estado de rotación. En otro ejemplo, el segundo recuento de rotaciones puede tener un límite superior para el segundo recuento de rotaciones de manera que no pueda incrementarse positivamente por encima de un límite superior. Cuando el valor del segundo recuento de rotaciones alcanza el límite superior debido a la rotación hacia adelante de los engranajes ovalados, el controlador puede configurarse para generar una señal de flujo hacia adelante que indique que se ha alcanzado el límite superior para el segundo recuento de rotaciones y que el flujo hacia adelante se detecta en el medidor de engranajes ovalados. En ciertos ejemplos, un límite superior y un límite inferior pueden comparar valores positivos y negativos. Por ejemplo, el límite inferior puede estar entre -2 y -32, y un límite superior puede tener un valor positivo comparable entre 2 y 32. El valor del límite superior puede variar en dependencia de la configuración de un engranaje ovalado. Por ejemplo, el límite superior y el límite inferior pueden corresponder al número de recuentos de rotaciones que se asocian con una rotación completa de los engranajes ovalados. En otro ejemplo, el controlador puede configurarse para dividir los pulsos de la señal de salida por un divisor de números enteros para aumentar la estabilidad en la señal de salida. Por ejemplo, cuando el divisor de números enteros se establece en ocho, disminuye la desviación estándar de un volumen que se asocia con cada pulso.

La Figura 9A es una vista en planta superior de un medidor de engranajes ovalados 900 que incluye cuatro áreas detectables y cuatro sensores sin contacto. En este ejemplo, las áreas detectables y sensores adicionales proporcionan al medidor de engranajes ovalados 900 una resolución de medición más alta que el medidor de engranajes ovalados 600 de la Figura 6A. El medidor de engranajes ovalados 900 incluye engranajes ovalados 908 que tienen áreas detectables 942 y 944, engranajes ovalados 910 que tienen áreas detectables 952 y 954 y sensores sin contacto 940, 945, 950 y 955. Los sensores sin contacto 940 y 945 se colocan linealmente a lo largo de un engranaje ovalado de trayectoria de rotación 908 de manera que ambas áreas detectables 942 y 944 pasan a través de una región de detección de cada sensor. Como se muestra en la Figura 9A, los sensores sin contacto 950, 955, el engranaje ovalado 910 y las áreas detectables 952 y 954 están dispuestos en una configuración similar.

La configuración del medidor de engranajes ovalados 900 proporciona que las posiciones de rotación en una rotación completa de los engranajes ovalados 908 y 910 se dividan en ocho estados de rotación A a H. La Figura 9B es una tabla 960 que muestra cada estado de rotación y las señales de detección correspondientes de cada sensor sin contacto. En este ejemplo, el medidor de engranajes ovalados 900 se configura de manera que el ciclo a través de la secuencia de los estados de rotación A a H corresponde una vez con una media rotación de los engranajes ovalados 908 y 910. Por ejemplo, los sensores sin contacto pueden detectar los estados de rotación A a D cuando el área detectable 942 pasa a través de las regiones de detección de los sensores sin contacto 940 y 945. A medida que los engranajes ovalados continúan girando en una dirección hacia adelante, los estados de rotación E a H pueden detectarse por los sensores sin contacto cuando el área detectable 952 pasa a través de las regiones de detección de los sensores sin contacto 950 y 955. Al alcanzar el estado de rotación H, puede apreciarse que los engranajes ovalados han completado media rotación ya que solo se han detectado dos de las cuatro áreas detectables. La secuencia de los estados de rotación A a H puede repetirse con respecto a las áreas detectables 944 y 954.

El medidor de engranajes ovalados 900 puede incluir un controlador que se configura para avanzar a través de la secuencia de los estados de rotación A a H y calcular un volumen de flujo de fluido a través del medidor. Un experto en la técnica apreciará que el controlador del engranaje ovalado 900 puede configurarse para realizar un método similar al método de la Figura 7 excepto con más estados de rotación. Por ejemplo, los sensores sin contacto pueden configurarse para detectar colectivamente los estados de rotación A a H indicativos de una posición de rotación de los engranajes ovalados 908 y 910 y cada uno genera y proporciona una señal de detección al controlador del medidor. El controlador puede configurarse para recibir señales de detección de los cuatro sensores sin contacto, avanzar a través de la secuencia de estados de rotación A a H e incrementar un recuento de rotaciones al llegar al final de la secuencia. En un ejemplo, el controlador puede configurarse para incrementar el recuento de rotaciones fraccionalmente cuando se alcanza el final de la secuencia, por ejemplo en 0,5, para reflejar que un ciclo a través de la secuencia de los estados de rotación A a H del medidor de engranajes ovalados 900 es indicativo de una media rotación de los engranajes ovalados 908 y 910. En otro ejemplo, la resolución de medición del medidor de engranajes ovalados puede aumentarse al configurar el controlador para incrementar el recuento de rotaciones dos veces, una vez después de que se alcanza el estado de rotación D, y una vez más después de que se alcanza el estado de

rotación H, en donde cada incremento del recuento de rotaciones corresponde a un cuarto de rotación del engranaje ovalado indicativo del volumen de una bolsa de fluido del medidor de engranajes ovalados 900.

5 Que la configuración del medidor de engranajes ovalados 900 es tal que las señales de detección correspondientes al estado de rotación A y al estado de rotación E son idénticas. En consecuencia, es posible que los sensores sin contacto no puedan distinguir entre los dos estados de rotación. Sin embargo, puede apreciarse que no todos los estados de rotación de una secuencia de estados de rotación necesitan ser únicos para que un controlador avance a través de la secuencia. Un experto en la técnica también apreciará que un medidor de engranajes ovalados puede incluir cualquier número de sensores sin contacto y áreas detectables para definir cualquier número de estados de rotación. Además, las áreas detectables pueden tener cualquier forma o tamaño adecuado y pueden estar en cualquier posición en los engranajes ovalados.

15 Por tanto, se han descrito ciertos ejemplos con respecto a un medidor de engranajes ovalados que se configura para ignorar la fluctuación o el reflujo mediante el uso de una secuencia de estados de rotación del medidor. Dichos medidores de engranajes ovalados pueden ser particularmente útiles en sistemas con condiciones de flujo no uniformes o caudales bajos, ya que se configuran para proporcionar una medición más exacta del volumen de flujo de fluido a través del sistema. En otro ejemplo, la exactitud de la medición de un medidor de engranajes ovalados puede aumentarse al reducir la fluctuación o el reflujo que pueden causar errores en un medidor de engranajes ovalados.

20 La Figura 10 es una vista en planta superior de un sistema de medición de flujo de fluido 1000 que incluye válvulas de retención 1020 y 1022. El sistema 1000 es similar al sistema 10 de la Figura 1. La bomba de fluido 1012 se configura para proporcionar un flujo de fluido a través del sistema 1000 y está en comunicación fluida con un medidor de engranajes ovalados 1050 que se configura para medir el flujo de fluido por medio de la línea de fluido 1014. La bomba de fluido 1012 puede ser cualquier bomba de fluido adecuada y puede proporcionar un flujo de fluido con una variedad de características. Por ejemplo, la bomba de fluido 1012 puede configurarse para proporcionar un flujo de fluido no uniforme con un caudal bajo. Como se indicó anteriormente, tales características de flujo de fluido pueden causar fluctuación o reflujo de fluido que puede afectar la exactitud del medidor de engranajes ovalados 1050. En consecuencia, el sistema 1000 puede incluir válvulas de retención 1020 y 1022 para reducir la fluctuación y el reflujo en el sistema. Las válvulas de retención se configuran para permitir solo el flujo de fluido en una primera dirección y evitar el flujo de fluido en una segunda dirección. En este ejemplo, la válvula de retención 1020 puede instalarse en la línea de fluido 1014 corriente arriba del medidor de engranajes ovalados 1050 y orientarse para permitir que el fluido fluya hacia adelante en el medidor de engranajes ovalados y evitar el reflujo fuera del medidor hacia la línea de fluido 1014. De manera similar, la válvula de retención 1022 puede instalarse en la línea de fluido 1016 aguas abajo del medidor de engranajes ovalados y orientarse para permitir que el fluido fluya hacia adelante fuera del medidor de engranajes ovalados y evitar el reflujo hacia el medidor desde la línea de fluido 1016. En consecuencia, las válvulas de retención solo permiten que el fluido fluya en una dirección hacia adelante a través del medidor de engranajes ovalados 1050, lo que reduce así el reflujo que puede causar fluctuación en el sistema 1000. Puede apreciarse que una reducción de la fluctuación o el reflujo en el sistema puede permitir mediciones de volumen de flujo más exactas del medidor de engranajes ovalados 1050.

40 Las válvulas de retención 1020 y 1022 pueden comprender cualquier válvula adecuada que proporcione flujo en una primera dirección y evite el flujo en una segunda dirección. En un ejemplo, las válvulas de retención 1020 y 1022 pueden comprender válvulas de retención de bola con miembros sin resorte. En otro ejemplo, las válvulas de retención pueden instalarse entre 1 y 5 pulgadas del medidor de engranajes ovalados. En ciertos ejemplos, las válvulas de retención 1020 y 1022 pueden colocarse directamente en el medidor de engranajes ovalados 1050 o integrarse o moldearse directamente en el medidor de engranajes ovalados 1050.

50 En otro ejemplo, el sistema 1000 puede configurarse de manera que el medidor de engranajes ovalados 1050 esté orientado verticalmente para evitar que se acumule aire en el medidor de engranajes ovalados. Puede apreciarse que el fluido en una cámara de un medidor de engranajes ovalados puede ayudar a amortiguar las vibraciones, o la fluctuación, de los engranajes ovalados. Por lo tanto, la presencia de aire (por ejemplo, burbujas) en la cámara puede disminuir el efecto amortiguador del fluido en los engranajes ovalados, lo que puede aumentar las vibraciones de los engranajes ovalados. En consecuencia, la reducción de la acumulación de aire en una cámara de un medidor de engranajes ovalados también puede reducir la fluctuación de los engranajes ovalados. El sistema 1000 puede configurarse de manera que el medidor de engranajes ovalados 1050 se orienta verticalmente para permitir que escape una acumulación de aire en el medidor de engranajes ovalados. En un ejemplo, el sistema 1000 puede incluir válvulas de retención 1020 y 1022 que comprenden válvulas de retención de bola sin resorte y un medidor de engranajes ovalados que se orienta verticalmente de manera que el flujo de fluido a través del medidor de engranajes ovalados fluya contra la gravedad. Un experto en la técnica apreciará que esta orientación particular permitirá que las burbujas del engranaje ovalado escapen del engranaje ovalado sin que las válvulas de retención lo impidan.

60 Como se señaló anteriormente, otra causa de error de medición en un medidor de engranajes ovalados puede ser la fuga de fluido alrededor de los engranajes ovalados del medidor. Al hacer referencia a la Figura 3A, generalmente, un medidor de engranajes ovalados puede incluir una carcasa 302 que define una cámara 306 y dos engranajes ovalados 308 y 310 que se configuran para girar en respuesta al flujo de fluido a través del medidor. Cada engranaje ovalado puede incluir dientes que se configuran para entrelazarse para no permitir que el fluido pase entre los engranajes. En

consecuencia, el fluido que entra en el medidor a través de la entrada de fluido 304 puede ser forzado hacia la pared de la cámara y un vértice 309 y 311 de cada engranaje ovalado respectivo que impulsa la rotación de los engranajes ovalados. Cada engranaje ovalado se configura generalmente de manera que haya un espacio entre la pared de la cámara y un diente en el vértice de cada engranaje ovalado. La tapa es apropiadamente pequeña para minimizar las fugas entre el engranaje ovalado y la pared de la cámara, pero apropiadamente grande para permitir que los engranajes ovalados eviten que el diente raspe contra la pared lo que impide así la rotación del engranaje. Los solicitantes han descubierto que los medidores de engranajes ovalados en aplicaciones de bajo flujo pueden tener un mayor error de medición debido a la fuga de fluido a través de este espacio entre el engranaje y la pared de la cámara en comparación con aplicaciones con un flujo de fluido más alto.

La Figura 11A muestra una vista superior parcial de un medidor de engranajes ovalados 1100. En este ejemplo, el medidor de engranajes ovalados 1100 incluye una pared de cámara 1107 y un engranaje ovalado 1108. El engranaje ovalado 1108 incluye un diente 1120 que se coloca en un extremo del eje mayor 1170 del engranaje ovalado. Un espacio entre el diente 1120 y la pared de la cámara 1107 se configura para minimizar la fuga de fluido entre el engranaje ovalado 1108 y la pared de la cámara y permitir la rotación del engranaje ovalado sin raspar la pared de la cámara. Como se indicó anteriormente, los solicitantes han descubierto que esta configuración del engranaje ovalado 1108 puede tener un error de medición que aumenta en aplicaciones de bajo flujo debido a la fuga de fluido a través de este espacio.

La Figura 11B muestra una vista superior parcial de un medidor de engranajes ovalados 1101. El medidor de engranajes ovalados 1101 es similar al engranaje ovalado 1100 de la Figura 11A excepto que los dientes del engranaje ovalado 1108 se han desplazado de manera que dos dientes 1130 y 1132 se colocan en un extremo del eje mayor 1170 en lugar de un diente. En este ejemplo, las distancias radiales 1131 y 1133 desde las puntas de los dientes 1130 y 1132, respectivamente, a un centro 1171 del engranaje ovalado son iguales. En consecuencia, el espacio entre el diente 1130 y la pared de la cámara también es igual al espacio entre el diente 1132 y la pared de la cámara. Una bolsa de fluido 1134 se forma por los dientes 1130, 1132 y la pared de la cámara 1107 que pueden retardar una fuga de fluido alrededor del engranaje ovalado 1108. Los solicitantes han descubierto que este ejemplo de engranaje ovalado puede reducir la fuga de fluido entre el engranaje ovalado 1108 y la pared de la cámara 1107, lo que aumenta así la exactitud de medición del engranaje ovalado 1101 con respecto al engranaje ovalado 1100 de la Figura 11A. Puede apreciarse que un par de dientes en el otro extremo del eje mayor 1170, así como los dientes a lo largo de un eje mayor del otro engranaje ovalado del medidor de engranajes ovalados 1101 pueden configurarse de manera similar para reducir una fuga de fluido.

La Figura 11C muestra otra vista superior parcial de un medidor de engranajes ovalados 1102. En este ejemplo, el medidor de engranajes ovalados 1102 incluye tres dientes 1140, 1142 y 1144 que se colocan en un extremo del eje mayor 1170 que se configuran para minimizar una fuga de fluido alrededor del engranaje ovalado 1108 y la pared de la cámara. Las distancias radiales 1141, 1143 y 1145 de los dientes 1140, 1142 y 1144, respectivamente, a un centro 1171 del engranaje ovalado son iguales. En consecuencia, el espacio entre cada diente y la pared de la cámara 1107 también es igual. Por tanto, los dientes y la pared forman bolsas de fluido 1146 y 1147 que pueden retardar la fuga de fluido alrededor del engranaje ovalado 1108. Los solicitantes han descubierto que este ejemplo de engranaje ovalado puede reducir aún más la fuga de fluido alrededor del engranaje ovalado 1108 en comparación con el engranaje ovalado 1101 de la Figura 11B. Puede apreciarse que los dientes en el otro extremo del eje mayor 1170, así como los dientes a lo largo de un eje mayor del otro engranaje ovalado del medidor de engranajes ovalados 1102 pueden configurarse de manera similar para reducir una fuga de fluido. En un ejemplo, la configuración del medidor de engranajes ovalados 1102 puede lograrse al tomar el engranaje ovalado del medidor de engranajes ovalados 110 que se muestra en la Figura 11A y afeitar el diente 1120 hacia abajo hasta que la distancia radial entre la parte superior del diente y un centro 1171 del engranaje ovalado sea igual a la distancia radial entre la parte superior de los dientes adyacente al diente 1120 y el centro 1171 del engranaje ovalado. En otro ejemplo, un medidor de engranajes ovalados puede configurarse de tal manera que cuatro dientes en los extremos de los ejes principales de los engranajes ovalados tengan una distancia igualmente radial entre las partes superiores de cada diente y el centro de cada engranaje respectivo. En este ejemplo, pueden formarse tres bolsas de fluido entre los dientes y la pared de la cámara 1107 que pueden retrasar más la fuga de fluido alrededor de los engranajes ovalados.

Las técnicas descritas en esta descripción pueden implementarse, al menos en parte, en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, varios aspectos de las técnicas descritas se pueden implementar dentro de uno o más procesadores, incluyendo uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), arreglos de puertas programables en campo (FPGA) o cualquier otro circuitos lógico integrado o discreto equivalente, así como también cualquier combinación de dichos componentes. El término "procesador" puede referirse generalmente a cualquiera de los circuitos lógicos anteriores, solo o en combinación con otros circuitos lógicos, o cualquier otro circuito equivalente. Una unidad que comprende hardware también puede realizar una o más de las técnicas de esta descripción. Dicho hardware, software y firmware se pueden implementar dentro del mismo dispositivo o dentro de dispositivos separados para soportar las diversas operaciones y funciones descritas en esta descripción.

Las técnicas descritas en esta descripción también pueden incorporarse o codificarse en un medio legible por ordenador no transitorio, tal como un medio de almacenamiento legible por ordenador, que contenga instrucciones.

5 Las instrucciones incorporadas o codificadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador pueden hacer que un procesador programable, u otro procesador, realice el método, por ejemplo, cuando se ejecutan las instrucciones. Los medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador pueden incluir formas de memoria volátiles y/o no volátiles que incluyen, por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable borrable (EPROM), memoria de sólo lectura programable y borrable electrónicamente (EEPROM), memoria flash, un disco duro, un CD-ROM, un disquete, un casete, medio magnético, medio óptico u otro medio legible por ordenador.

10 Se han descrito varios ejemplos de la invención. Aunque la presente invención se ha descrito con considerable detalle con referencia a ciertas modalidades descritas, las modalidades se presentan con fines ilustrativos y no limitativos. Un experto en la técnica apreciará que pueden realizarse varios cambios, adaptaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) que comprende:

5 un medidor de flujo que tiene una carcasa (102) que define una cámara (106) que tiene una entrada de fluido (104) y una salida de fluido (105) y que tiene un primer engranaje (608) y un segundo engranaje (610) que se instalan dentro de la cámara (106), en donde el primer y segundo engranajes son engranajes ovalados, el primer engranaje (608) se entrelaza con el segundo engranaje (610) de manera que el primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) giran juntos en respuesta al flujo de fluido a través la cámara (106) y al menos uno del primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) que tiene un área detectable (644) para detectar una posición de rotación del primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610);  
 10 un primer sensor sin contacto (640) que se configura para generar una primera señal de detección y para detectar el área detectable (644) cuando el primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) están en un primer intervalo de posiciones de rotación (670-678), la primera señal de detección indicativa de una posición del área detectable (644) con respecto al primer sensor sin contacto (640);  
 15 un segundo sensor sin contacto (645) que se configura para generar una segunda señal de detección y para detectar el área detectable (644) cuando el primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) están en un segundo intervalo de posiciones de rotación (670-678), que es diferente el primer y segundo intervalo de posiciones de rotación (670-678), la segunda señal de detección indicativa de una posición del área detectable (644) con respecto al segundo sensor sin contacto (645); y  
 20 un controlador (740) se conecta operativamente al primer sensor sin contacto (640) y al segundo sensor sin contacto (645) y se configura para:

25 recibir la primera señal de detección;  
 recibir la segunda señal de detección; **caracterizado por que** el controlador se configura además para:

30 con base en la primera señal de detección y la segunda señal de detección, determinar a qué estado de rotación de una pluralidad de estados de rotación corresponden actualmente las señales de detección y definir dicho estado de rotación como el estado de rotación actual, al tener la pluralidad de estados de rotación un orden de secuencial predefinida, que se define como una secuencia de estados de rotación, y correspondiente a una secuencia de posiciones de rotación (670-678) del primer y segundo engranajes (608, 610) en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara (106),  
 35 incrementar un recuento de rotaciones indicativo de un número de rotaciones del primer y segundo engranajes (608, 610) cuando el estado de rotación actual cambia, en orden, a través de la secuencia de rotación y los sensores sin contacto (640, 645) se posicionan linealmente a lo largo de una trayectoria de rotación (611) del engranaje (608, 610) de manera que la rotación de los engranajes (608, 610) en respuesta al flujo de fluido a través del medidor hace que el área detectable (644) entra primero en una región de detección del primer sensor sin contacto (640) y luego entra posteriormente en una región de detección del segundo sensor sin contacto (645);  
 40 y el área detectable (644) se coloca en el al menos uno del primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) de manera que tanto el primer sensor sin contacto (640) como el segundo sensor sin contacto (645) detectan simultáneamente el área detectable (644) en una posición de rotación de al menos el primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610).

45 2. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde la secuencia de estados de rotación corresponde a una secuencia de posiciones de rotación (670-678) en una rotación completa del primer y segundo engranajes (608, 610) en respuesta al flujo de fluido a través de la cámara (106).

50 3. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el controlador (740) se configura además para determinar un volumen de fluido que pasa a través del medidor de flujo con base en el recuento de rotaciones y un volumen conocido de fluido por valor de recuento de rotaciones.

55 4. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde la determinación del recuento de rotaciones se basa al menos en comparar el estado de rotación actual con la pluralidad de estados de rotación de la secuencia de estados de rotación.

60 5. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el controlador (740) se configura además para generar una señal de salida indicativa de una posición de rotación del primer y segundo engranajes (608, 610) con base en el estado de rotación actual y la secuencia de estados de rotación.

65 6. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde al menos uno del primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) tiene al menos una segunda área detectable (644) para detectar una posición de rotación del primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610), y en donde el primer sensor sin contacto (640) y el segundo sensor sin contacto (645) se configuran para detectar el área detectable (644) y generar la primera señal de detección y la segunda señal de detección, respectivamente

7. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el sistema (10) comprende además al menos un tercer sensor sin contacto que se configura para generar al menos una tercera señal de detección y para detectar el área detectable (644) cuando el primer engranaje (608) y el segundo engranaje (610) están en un tercer intervalo de posiciones de rotación (670-678), la al menos una tercera señal de detección indicativa de una posición del área detectable (644) con respecto a los primeros sensores sin contacto, en donde el controlador (740) se configura además para recibir la al menos una tercera señal de detección.
8. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el primer sensor sin contacto (640) y los segundos sensores sin contacto (645) son sensores ópticos, y en donde el área detectable (644) comprende un área ópticamente detectable.
9. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el sistema (10) comprende además una primera válvula de retención (1020) colocada aguas arriba de la entrada de fluido (104) y una segunda válvula de retención (1022) colocada aguas abajo de la salida de fluido (105).
10. El sistema (10) de la reivindicación 9, en donde la primera válvula de retención (1020) y la segunda válvula de retención (1022) se colocan entre una y cinco pulgadas de la entrada de fluido (104) y la salida de fluido (105), respectivamente.
11. El sistema (10) de la reivindicación 9, en donde la primera válvula de retención (1020) y la segunda válvula de retención (1022) son válvulas de retención de bola con miembros sin resorte.
12. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde el medidor de flujo se orienta verticalmente de manera que la entrada de fluido (104) y la salida de fluido (105) están alineadas verticalmente y el fluido fluye en una orientación vertical a través de la cámara (106), en donde la salida de fluido (105) se coloca por encima de la entrada de fluido (104).
13. El sistema (10) de la reivindicación 1, en donde los dientes (1130, 1132) en cada extremo de un eje mayor del primer engranaje (608) son equidistantes de un centro (1171) del primer engranaje (608), y en donde los dientes (1130, 1132) en cada extremo de un eje mayor (1170) del segundo engranaje (610) son equidistantes del centro (1171) del segundo engranaje (610).
14. Un método para medir el volumen de flujo de fluido con el sistema (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 13, que comprende:
- recibir, una primera señal de detección de un primer sensor sin contacto (640), en donde el primer sensor sin contacto (640) se configura para generar la primera señal de detección y detectar un área detectable (644);
- recibir una segunda señal de detección de un segundo sensor sin contacto (645), en donde el segundo sensor sin contacto (645) se configura para generar la segunda señal de detección y detectar el área detectable (644);
- determinar a qué estado de rotación de una pluralidad de estados de rotación corresponden actualmente las señales de detección y definir dicho estado de rotación como el estado de rotación actual, al tener la pluralidad de estados de rotación un orden secuencial predefinido, que se define como una secuencia de estados de rotación, y los correspondientes a una secuencia de posiciones de rotación (670-678) de un primer y segundo engranajes (608, 610) en respuesta al flujo de fluido a través de un medidor de flujo; e incrementar un recuento de rotaciones indicativo de un número de rotaciones del primer y segundo engranajes (608, 610) cuando el estado de rotación actual cambia, en orden, a través de la secuencia de estados de rotación.

FIGURA 1

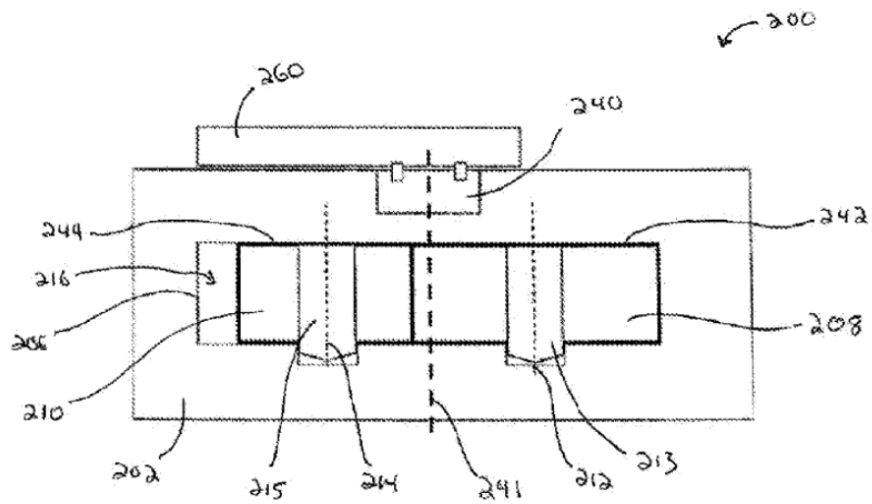
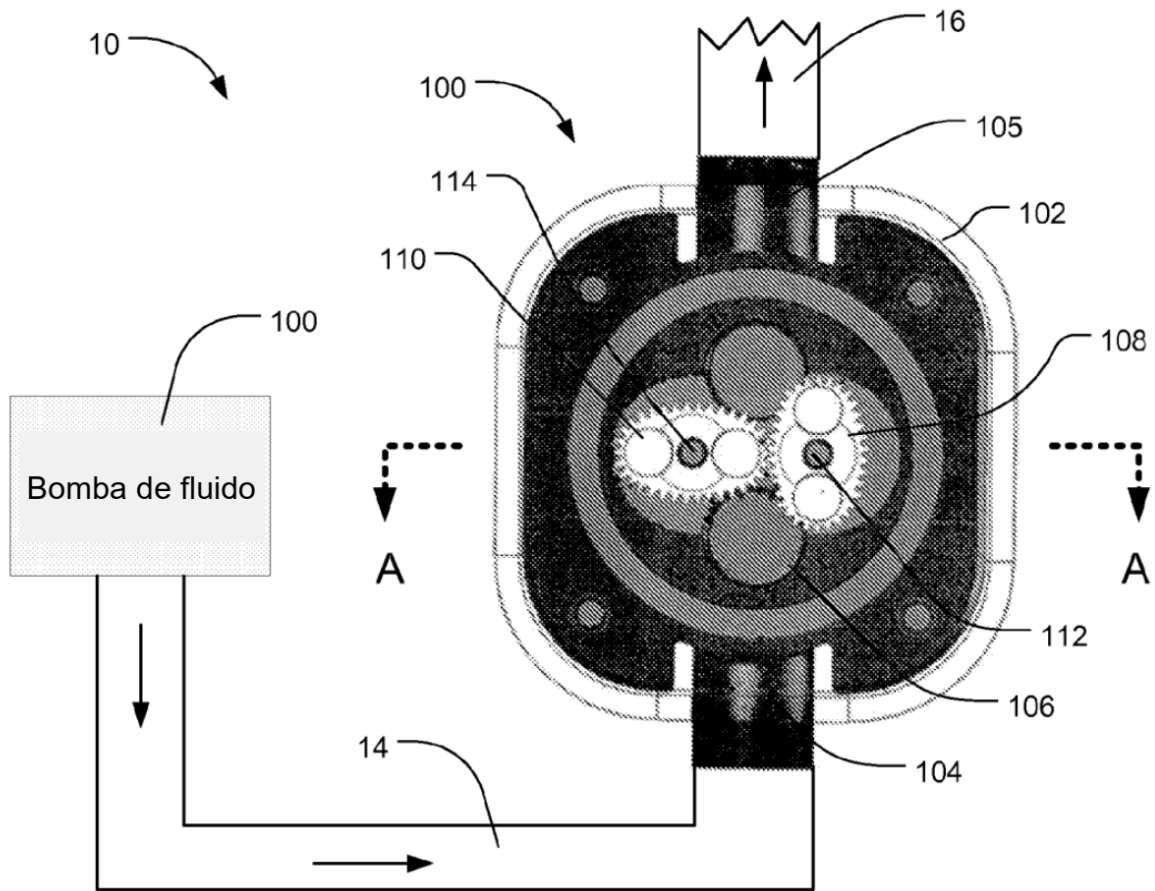


FIGURA 2

FIGURA 3A

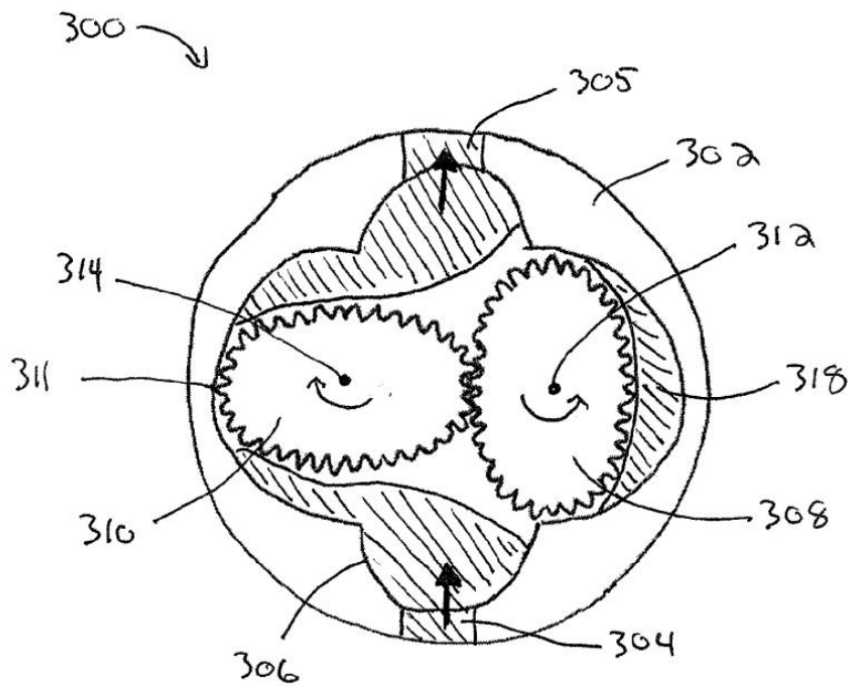
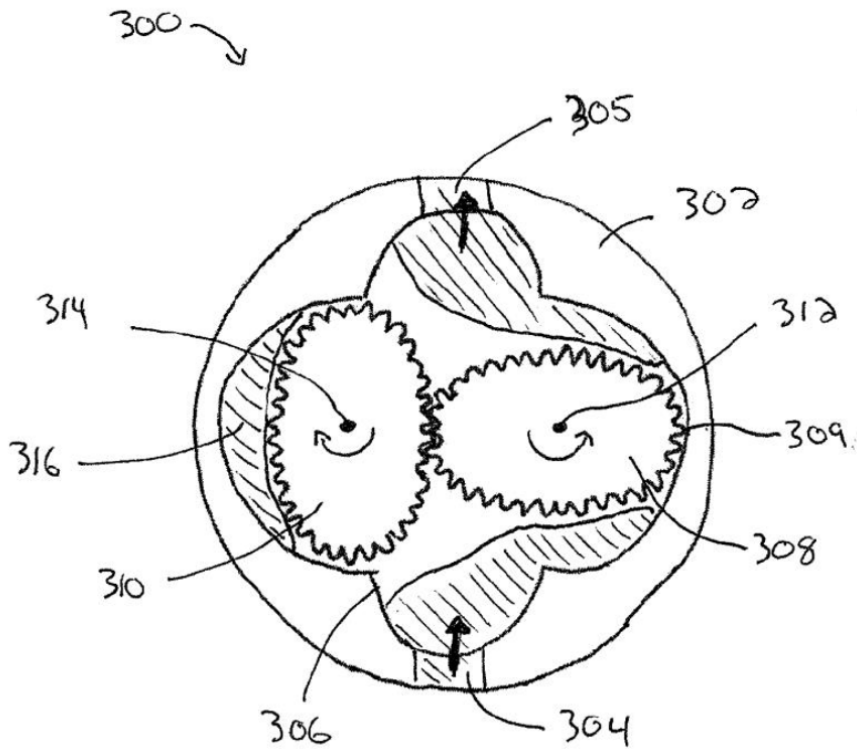


FIGURA 3B

FIGURA 4A

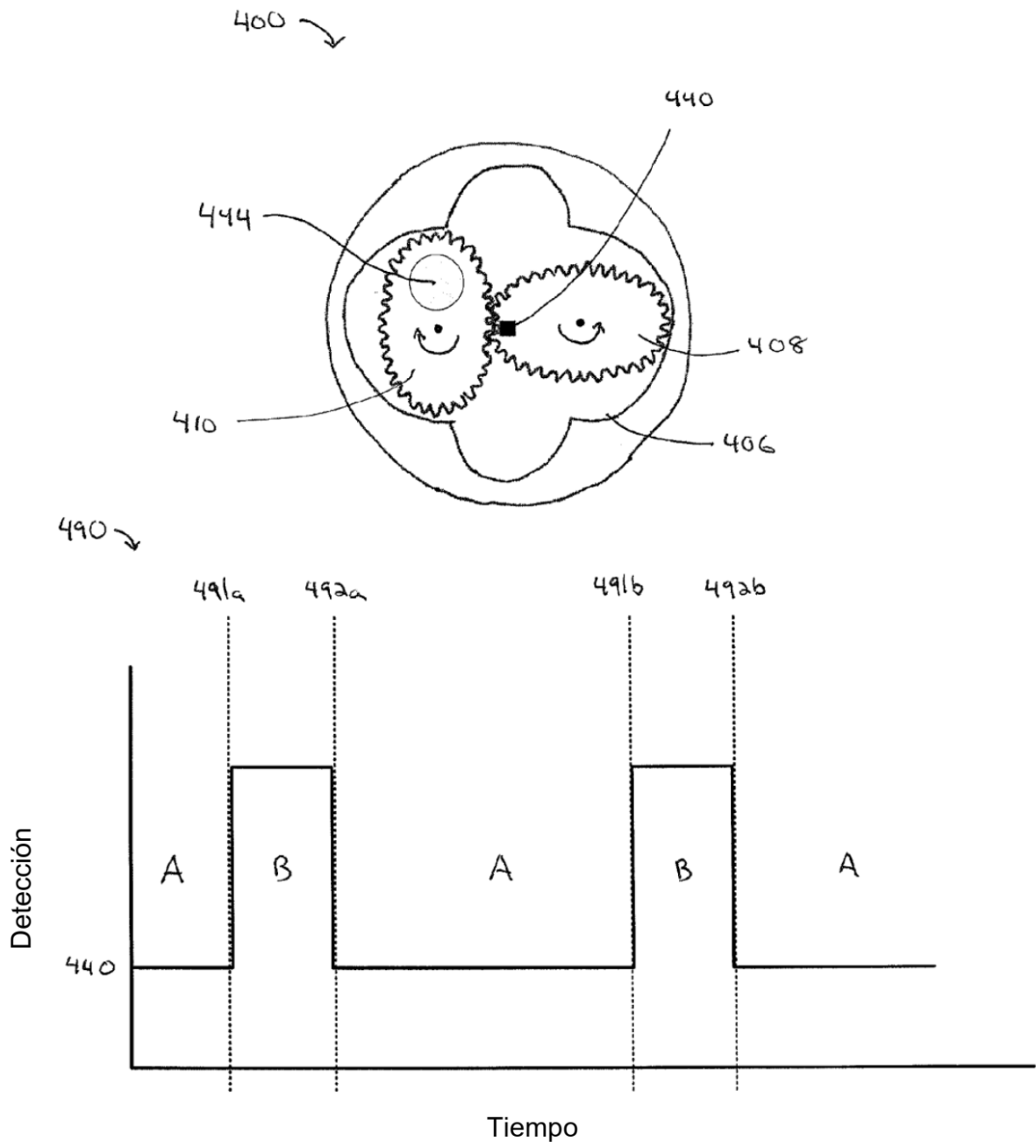


FIGURA 4B

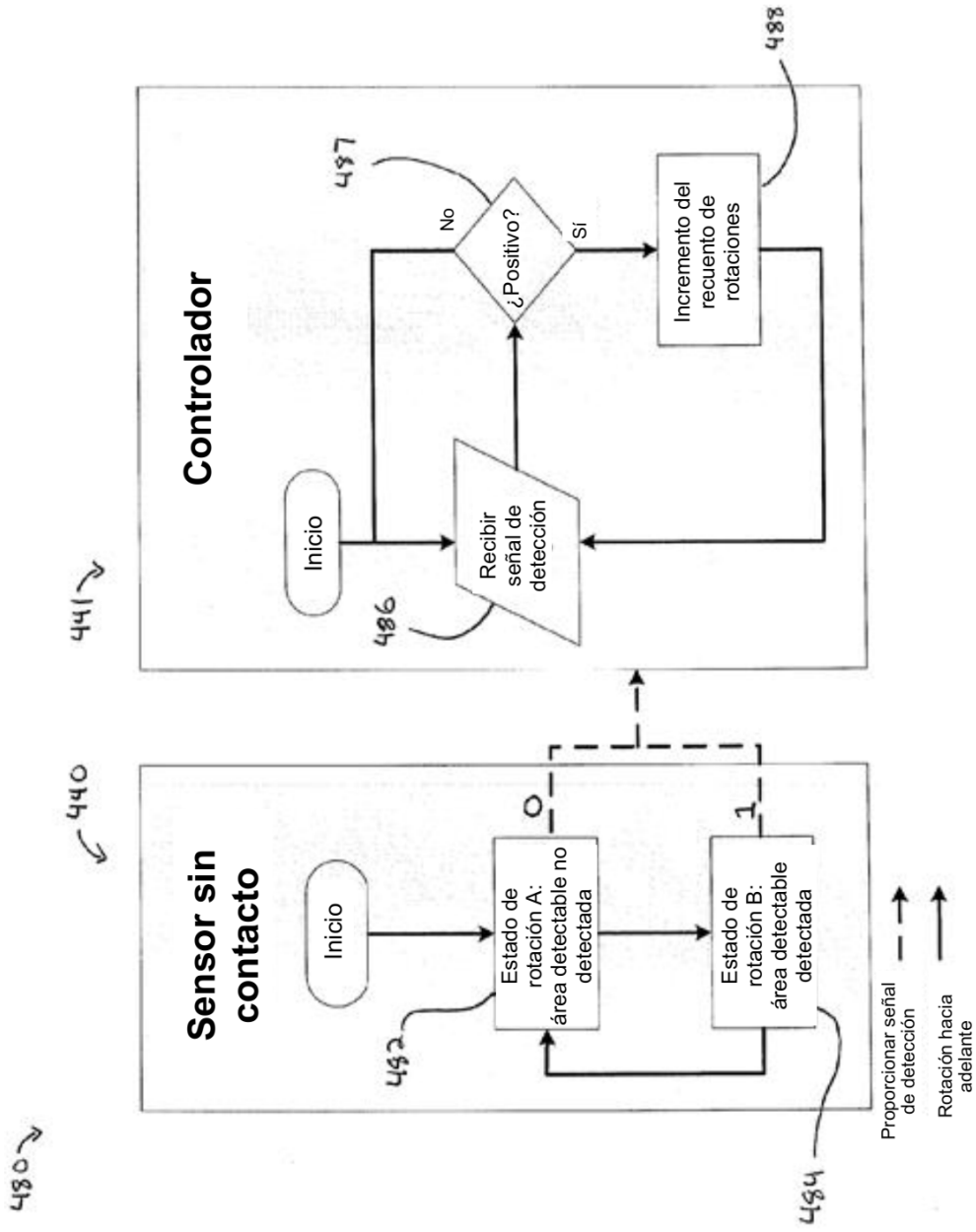


FIGURA 4C

FIGURA 5A

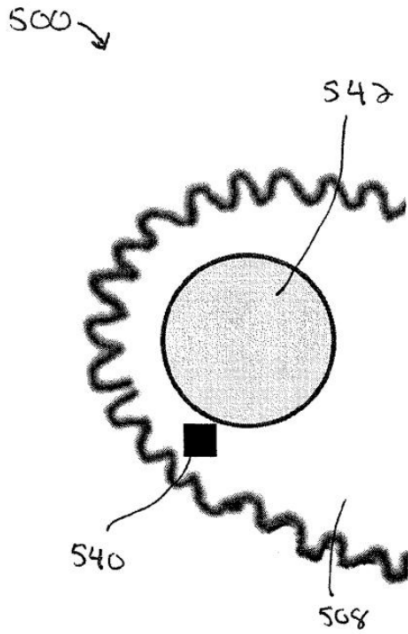


FIGURA 5B

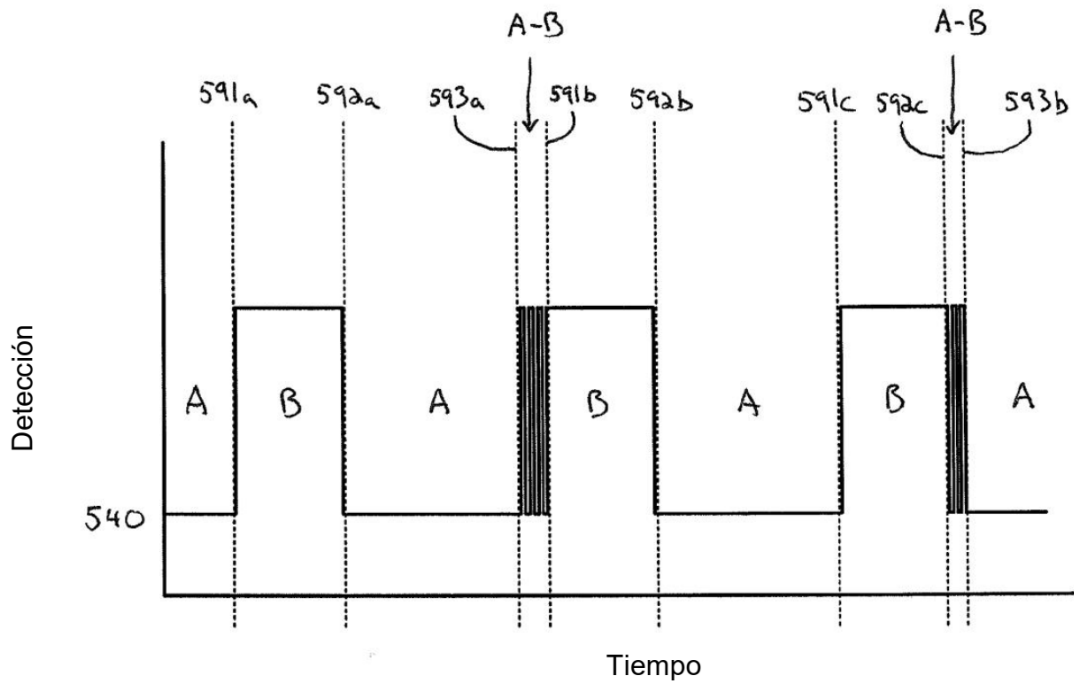
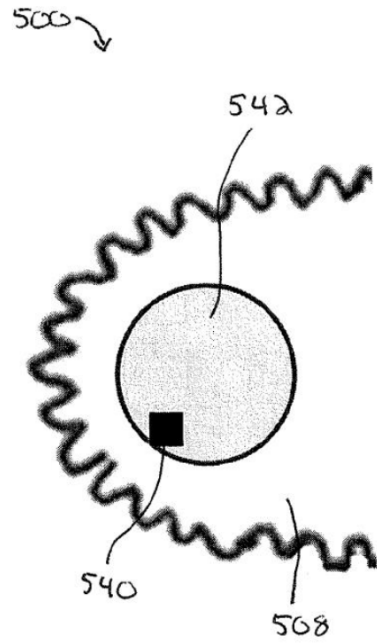
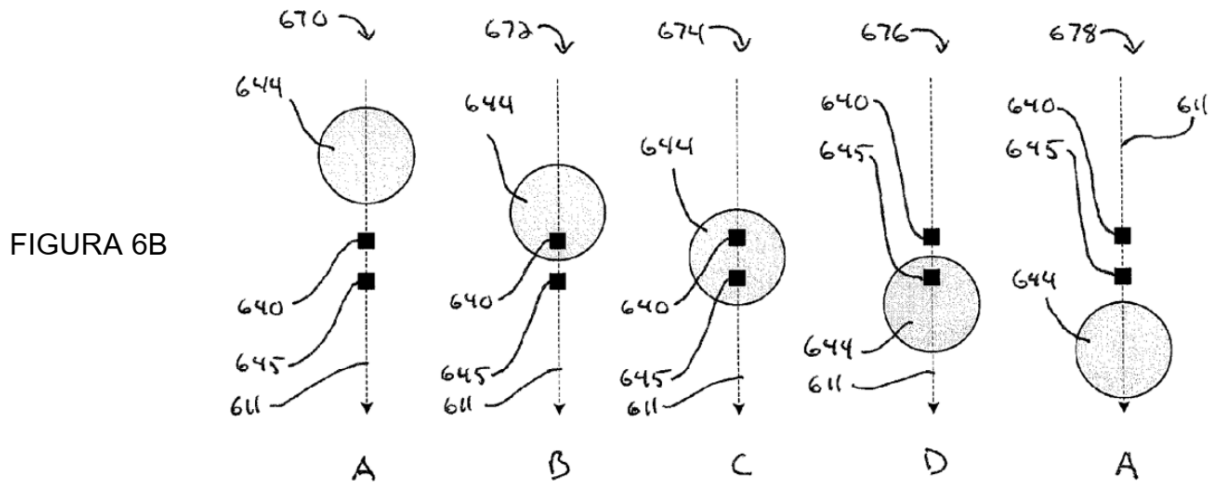
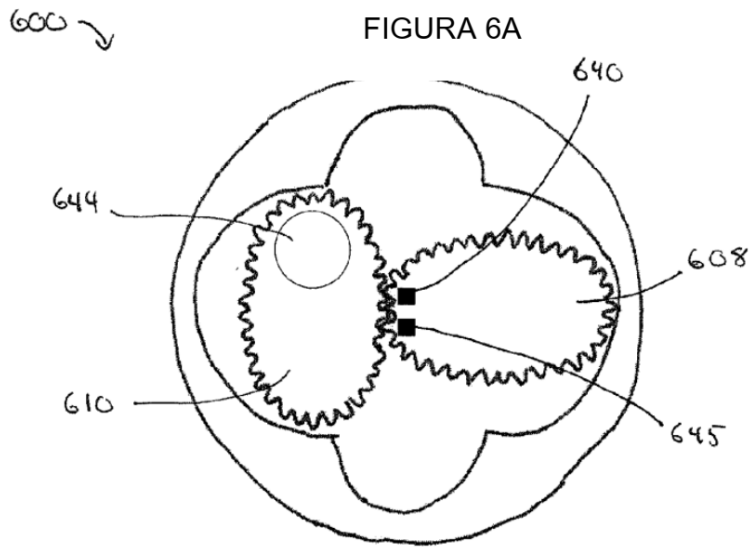


FIGURA 5C

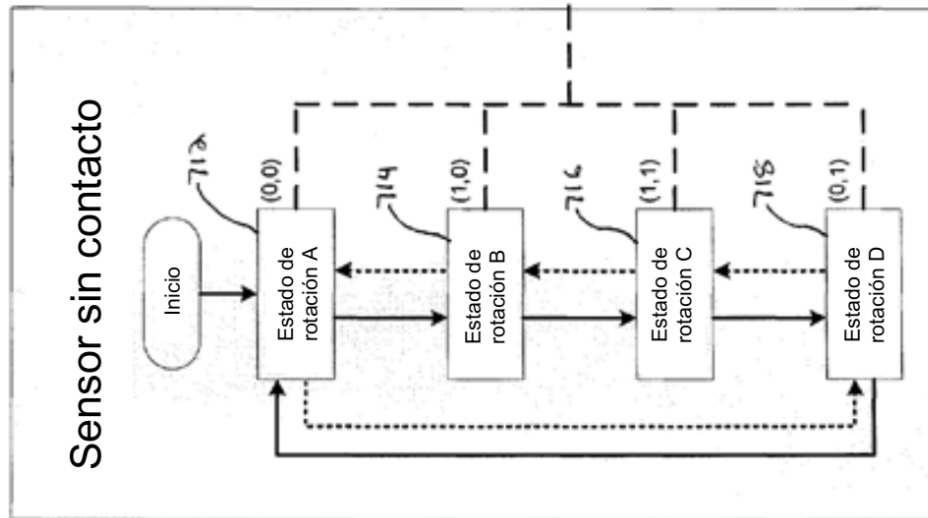


650 ↘

FIGURA 6C

<u>Estado de rotación</u>	<u>Posición de rotación</u>	<u>Sensor 640</u>	<u>Sensor 645</u>
A	670, 678	0	0
B	672	1	0
C	674	1	1
D	676	0	1

700 ~



740 ~

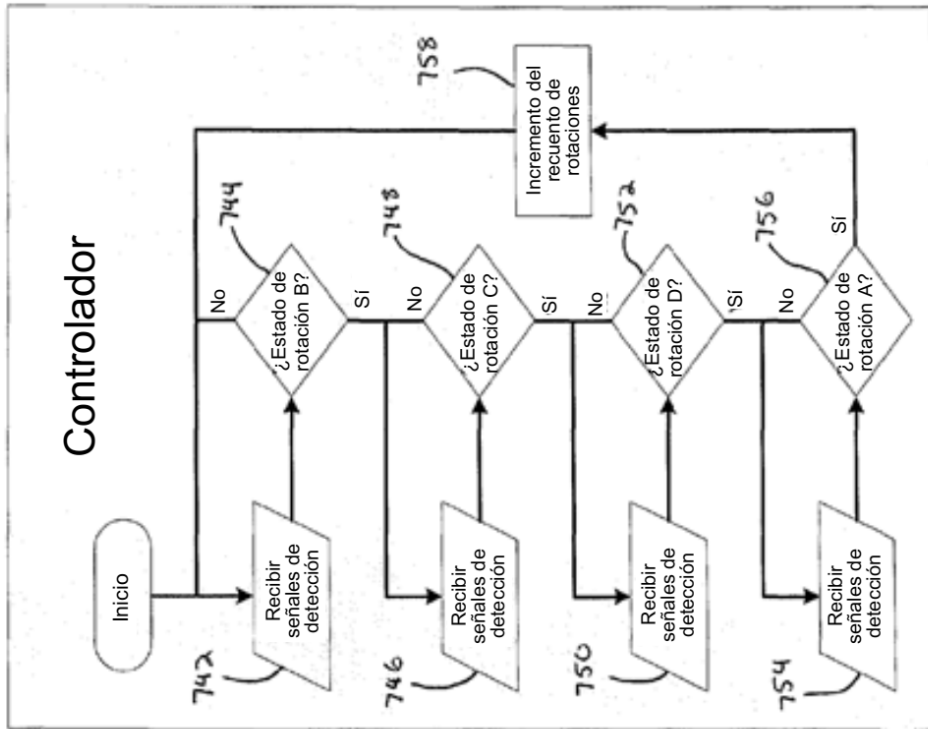


FIGURA 7

FIGURA 8A

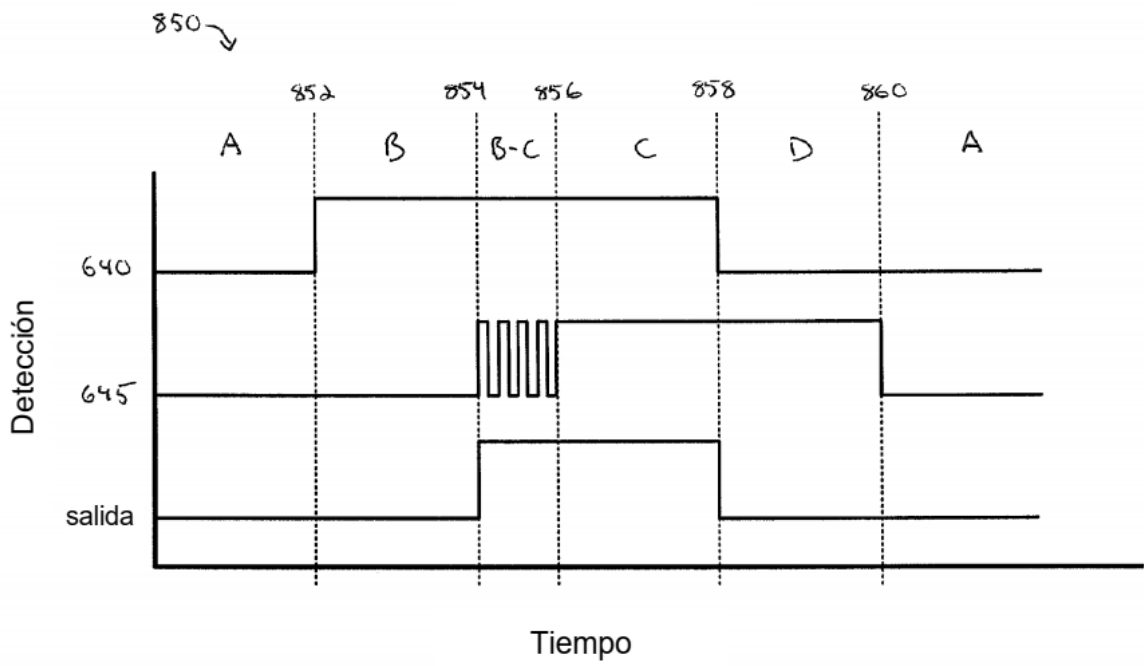
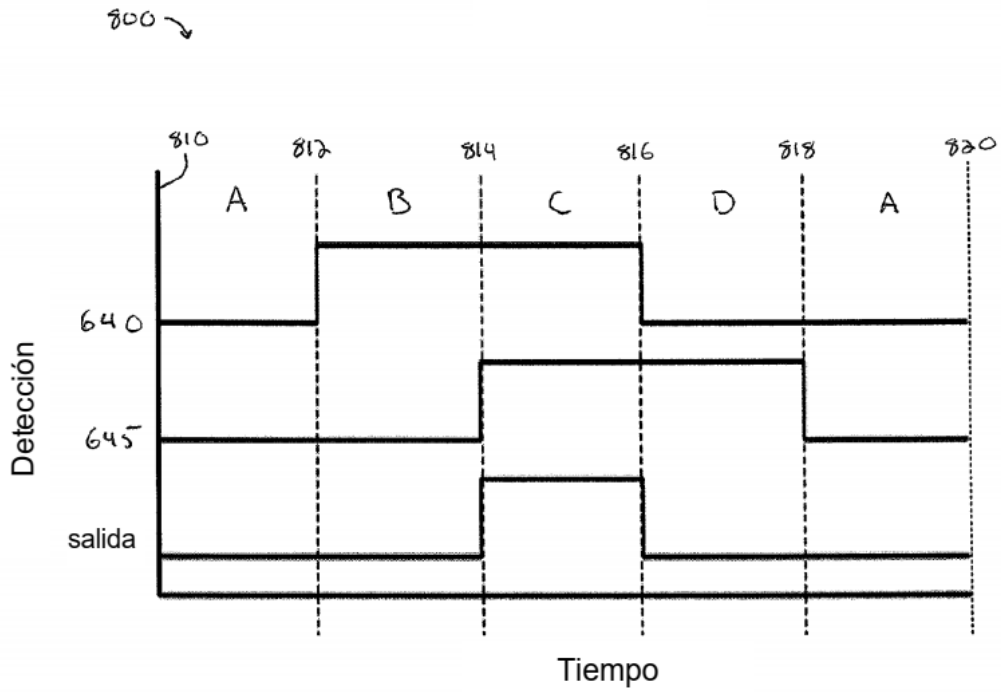
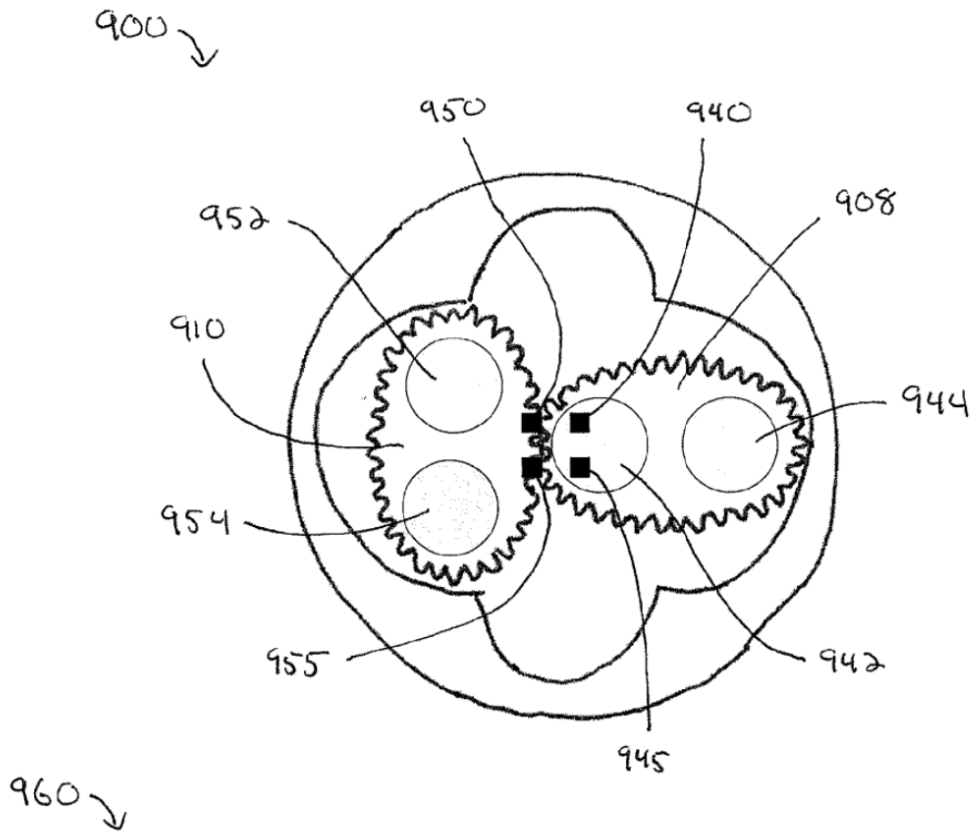


FIGURA 8B

FIGURA 9A



<u>Área detectable</u>	<u>Estado de rotación</u>	<u>Sensor sin contacto</u>			
		940	945	950	955
942, 944	A	0	0	0	0
	B	1	0	0	0
	C	1	1	0	0
	D	0	1	0	0
952, 954	E	0	0	0	0
	F	0	0	1	0
	G	0	0	1	1
	H	0	0	0	1

FIGURA 9B

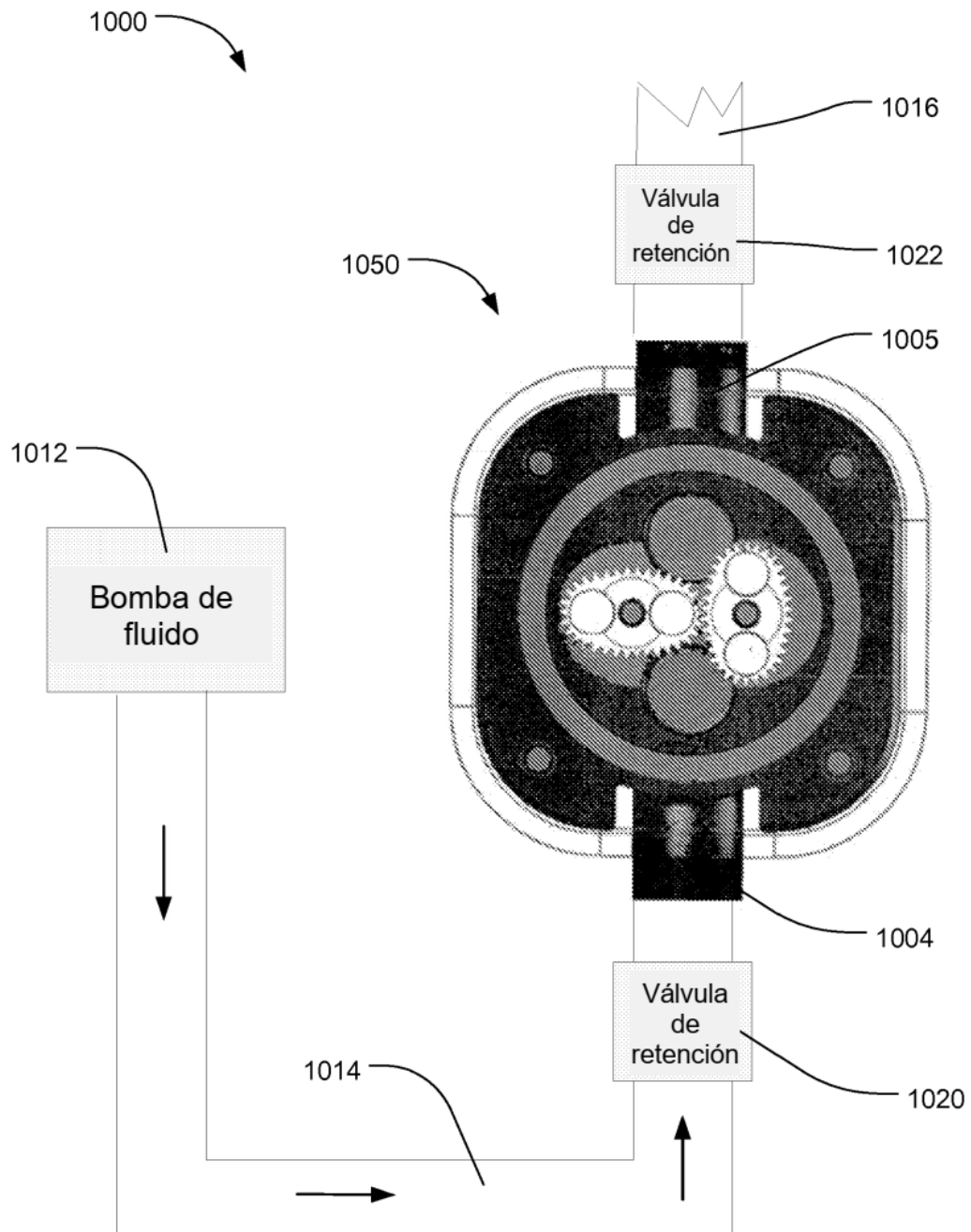


FIGURA 10

FIGURA 11A

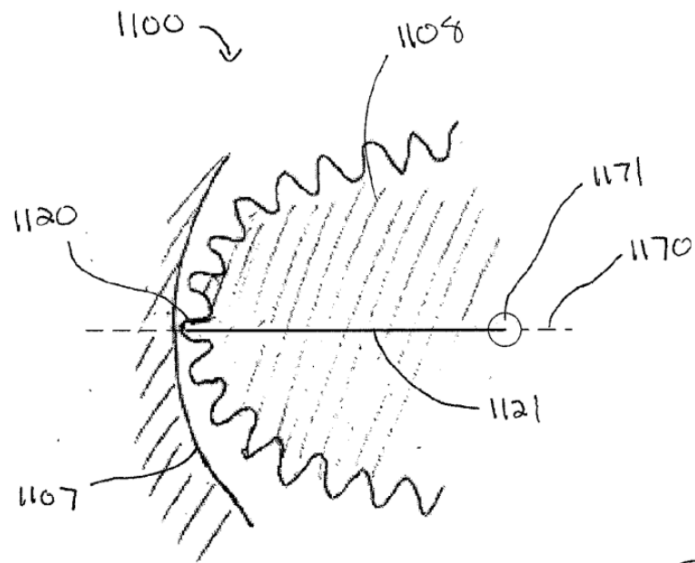


FIGURA 11B

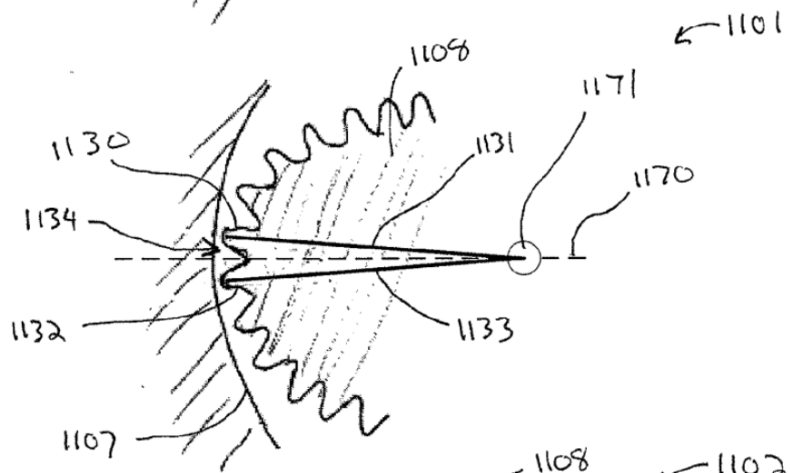


FIGURA 11C

