

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 809 485**

51 Int. Cl.:

G01G 17/04 (2006.01)

F16K 31/08 (2006.01)

B67C 3/28 (2006.01)

B67C 3/26 (2006.01)

B67C 3/20 (2006.01)

B67C 3/16 (2006.01)

B65B 59/00 (2006.01)

B67C 3/06 (2006.01)

B67C 3/04 (2006.01)

B65B 55/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2014** **E 16173938 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020** **EP 3106425**

54 Título: **Sistema de llenado de recipientes**

30 Prioridad:

22.03.2013 US 201361804452 P

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

04.03.2021

73 Titular/es:

**PEPSICO INC (100.0%)
700 Anderson Hill Road
Purchase, NY 10577, US**

72 Inventor/es:

**EATON, JOHN A.;
MARTIN, DAVID W.;
WARBURTON, DAVID J.;
COLEMAN, NATHAN J.;
FELLER, SAMUEL F.;
EVANS, THOMAS J.;
SORGE, JASON K. y
STRAUB, RANDY A.**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 809 485 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

Sistema de llenado de recipientes

5 ANTECEDENTES

Los productos de bebidas son una categoría de productos destinados al consumo humano, típicamente a beber. Los productos de bebidas se colocan comúnmente en algún tipo de embalaje primario para su distribución y venta. El embalaje primario puede incluir cualquiera de diversos tipos de recipiente. Los ejemplos incluyen botellas formadas de PET (tereftalato de polietileno), HDPE (polietileno de alta densidad) u otros plásticos, botellas de vidrio, botellas de aluminio, latas, etc. El embalaje primario puede tener una amplia gama de tamaños y formas, incluso para un solo tipo de producto.

Los sistemas para llenar recipientes de embalaje primario con un producto de bebida incluyen en general una válvula de llenado que inicia y detiene el flujo del producto hacia un recipiente que se está llenando. La válvula de llenado está conectada normalmente a un depósito u otro tipo de depósito que contiene una mayor cantidad del producto de bebida en cuestión. La manera de llenar un recipiente varía para los diferentes tipos de productos de bebidas. Para algunos tipos de productos de bebidas, un recipiente puede llenarse en frío. En un proceso de llenado en frío, el producto se dispensa en un recipiente mientras el producto está en estado helado o a temperatura ambiente. Para algunos tipos de productos de bebidas, los recipientes se llenan en templado o se llenan en caliente. En estos tipos de procesos de llenado, el producto se dispensa en un recipiente mientras ese producto está en un estado calentado. Aún otros tipos de productos de bebidas deben colocarse en un recipiente estéril en condiciones estériles, un proceso conocido como llenado aséptico.

Los sistemas actuales para llenar recipientes de envasado primario con productos de bebidas están diseñados para manejar una estrecha gama de tipos de productos y escenarios de llenado. Por ejemplo, la mayoría de los sistemas de llenado están diseñados para uno solo de llenado en frío, llenado en templado/caliente, llenado de tiempo de vida útil prolongada, llenado aséptico con alto contenido de ácido o llenado aséptico con bajo contenido de ácido. Como otro ejemplo, los sistemas de llenado disponibles están diseñados para llenar recipientes con productos que estén en una gama bastante estrecha de viscosidades. Los sistemas convencionales también están limitados con respecto al tipo, tamaño y concentración de inclusiones que pueden estar presentes en un producto. Cuando se llenan recipientes con un producto que no es de baja viscosidad (por ejemplo, si la viscosidad del producto es superior a aproximadamente 20 centipoises) o que contiene inclusiones, muchos de dichos sistemas convencionales también deben funcionar a velocidades sustancialmente reducidas.

Estas limitaciones restringen severamente el espacio del producto que se puede envasar con éxito con un solo sistema de llenado. Esto a su vez limita la flexibilidad y la utilidad de las costosas instalaciones de producción. Si los volúmenes de producto caen significativamente o si ya no se requiere un tipo de producto, puede ser costoso y llevar mucho tiempo convertirlo en equipo útil para llenar recipientes con un tipo diferente de producto de bebida. Los fabricantes de sistemas de llenado de bebidas prefieren ofrecer varios sistemas de llenado a una planta para llenar una amplia gama de productos (es decir, proporcionar múltiples plataformas de llenado de bebidas) en lugar de ofrecer un solo rellenedor que pueda manejar una amplia gama de productos.

El documento DE 10 2010 047 883 A1 describe un procedimiento y un sistema de llenado para el llenado controlado del volumen de recipientes con un material de llenado que tenga al menos un componente principal y al menos un componente adicional. Los componentes se introducen en el recipiente respectivo dispuesto en el elemento de llenado a través de una trayectoria común. El flujo se controla mediante un dispositivo de medición de flujo que se asigna al elemento de llenado y que causa una terminación del proceso de llenado respectivo cuando el al menos un componente principal y el al menos un componente adicional se introducen en el recipiente respectivo en el volumen de llenado requerido.

El documento EP 1 598 308 A1 describe un procedimiento de llenado de bebidas, en el que un líquido se suministra desde un tanque de almacenamiento en un tanque de llenado de un rellenedor, y el líquido se llena en recipientes por el rellenedor. El líquido en el tanque de llenado se hace volver a través de las tuberías de retorno unidas al tanque de relleno y se vuelve a hacer fluir hacia el tanque de almacenamiento a través de la trayectoria de reflujo.

El documento DE 201 05 716 U divulga un sistema de llenado de recipientes de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

60 SUMARIO

Este Sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos de una forma simplificada que se describen además a continuación en la Descripción detallada. Este Sumario no pretende identificar características clave ni características esenciales de la invención.

65

Las configuraciones divulgadas incluyen una válvula de llenado de recipientes. La válvula de llenado puede incluir una lanzadera y un manguito de accionamiento que están acoplados magnéticamente. El movimiento del manguito de accionamiento puede mover la lanzadera desde una posición en la cual la válvula de llenado está cerrada hasta una posición en la cual la válvula de llenado está abierta.

5

Las configuraciones divulgadas también incluyen un brazo de manipulación de recipientes. El brazo puede incluir un extremo distal configurado para contener un recipiente y un extremo proximal que incluye una célula de carga. El brazo puede ser ajustable para alterar una proporción entre la carga impuesta por un recipiente y una carga impuesta sobre la célula de carga. Los ajustes del brazo pueden realizarse automáticamente en algunos modos de realización.

10

Las configuraciones divulgadas incluyen además un sistema de punto de ajuste de bajo flujo. Ese sistema se puede configurar para detener el cierre de una válvula de llenado cuando esa válvula de llenado esté parcialmente cerrada. Ese sistema puede ser ajustable y puede incluir un accionador de fluido configurado para detener el movimiento del husillo de la válvula.

15

Las configuraciones divulgadas también incluyen un sistema de control de presión. Ese sistema se puede configurar para mantener una presión deseada en un depósito o en una trayectoria de flujo desde ese depósito. El sistema se puede configurar para mantener una presión deseada que sea un vacío.

20

Las configuraciones divulgadas incluyen adicionalmente un sistema de recirculación de producto que puede usarse, por ejemplo, durante las operaciones de llenado en caliente. Ese sistema se puede configurar para ajustar el caudal en el sistema de recirculación de producto. En algunas configuraciones, el caudal puede ajustarse ajustando el caudal de una bomba de velocidad variable. En otras configuraciones, el caudal puede ajustarse de otras formas.

25

Las configuraciones divulgadas incluyen un sistema de llenado configurable para llenar una amplia variedad de tipos de recipientes con una amplia variedad de productos en múltiples tipos de condiciones de llenado. Los productos pueden oscilar en viscosidad de 1 centipoise (cps) a 400 cps. Los productos también pueden contener inclusiones. Las inclusiones pueden tomar la forma de trozos o partículas que tengan un tamaño tan grande como un cubo cuadrado de 10 milímetros y/o un volumen tan grande como 1000 milímetros cúbicos. Dichas inclusiones pueden ser tan pequeñas como 1 milímetro, por ejemplo, inclusiones que quepan dentro de un cubo de 1 milímetro x 1 milímetro x 1 milímetro. Las inclusiones también podrían tomar la forma de sacos de pulpa que tengan longitudes de hasta 10 milímetros y fibras que tengan longitudes de hasta 20 milímetros. Un producto puede contener inclusiones de múltiples tipos (partículas, trozos, pulpa y/o fibras). El porcentaje volumétrico de inclusiones en un producto puede ser tan alto como 50 %. Las configuraciones divulgadas incluyen procedimientos para usar los dispositivos y sistemas descritos en el presente documento. Los modos de realización de un sistema de llenado de recipientes y el procedimiento correspondiente como se define en las reivindicaciones adjuntas se describen en el presente documento.

30

35

40

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los modos de realización de la invención se ilustran a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos y en los cuales referencias similares indican elementos similares.

45

La FIG. 1A es una vista lateral izquierda de una unidad de llenado y un brazo de manipulación de recipientes correspondiente.

50

La FIG. 1B es una vista frontal de la unidad de llenado y el brazo de manipulación de recipientes de la FIG. 1A.

55

La FIG. 2 es una vista superior parcialmente esquemática de un sistema de llenado de recipientes de productos de bebidas de tipo carrusel que incluye la unidad de llenado y el brazo de manipulación de la FIG. 1A.

Las FIGS. 3A a 3F son, respectivamente, vistas ampliadas frontal, izquierda, derecha, trasera, en perspectiva izquierda y en perspectiva derecha de la unidad de llenado de la FIG. 1A.

60

La FIG. 3G es una vista ampliada en perspectiva trasera izquierda de la unidad de llenado de la FIG. 1A, pero con determinados componentes retirados.

La FIG. 4A es una vista en sección transversal parcial tomada de la localización indicada en la FIG. 3A.

65

La FIG. 4B es una vista en sección transversal similar a la FIG. 4A, pero con la válvula de llenado en una condición abierta.

Las FIGS. 5A a 5C son, respectivamente, vistas ampliadas en perspectiva superior, en perspectiva superior e inferior de una lanzadera desde la unidad de llenado de la FIG. 1A.

5 La FIG. 5D es una vista en sección transversal tomada desde la localización indicada en la FIG. 5B.

La FIG. 5E es una vista ampliada en perspectiva lateral de la lanzadera de las FIGS. 5A-5C, pero con determinados elementos retirados.

10 La FIG. 5F es una vista ampliada superior de la lanzadera en un tubo principal desde la unidad de llenado de la FIG. 1A.

La FIG. 5G es una vista ampliada en sección transversal tomada de la localización indicada en la FIG. 5F.

15 Las FIGS. 5H y 5I son, respectivamente, vistas ampliadas en perspectiva superior e inferior de una lanzadera de acuerdo con determinadas otros modos de realización.

La FIG. 6A es una vista ampliada en perspectiva en sección transversal de un manguito de accionamiento de válvula de llenado desde la unidad de llenado de la FIG. 1A.

20 La FIG. 6B es una vista en perspectiva del manguito de accionamiento de la FIG. 6A.

Las FIGS. 7A a 7C son, respectivamente, vistas en perspectiva frontal izquierda, en perspectiva frontal derecha y lateral derecha del brazo de manipulación de recipientes de la FIG. 1A.

25 La FIG. 7D es una vista lateral derecha del brazo de manipulación de recipientes de la FIG. 1A en una configuración alternativa.

30 Las FIGS. 8A a 8H son dibujos parcialmente esquemáticos de una vista trasera de la unidad de llenado de la FIG. 1A y que explican además el funcionamiento de un sistema de punto de ajuste de bajo flujo de acuerdo con algunos modos de realización.

Las FIGS. 8I a 8P son vistas traseras parcialmente esquemáticas de una unidad de llenado que incorpora un sistema de punto de ajuste de bajo flujo de acuerdo con otro modo de realización.

35 La FIG. 9A es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de control de presión de acuerdo con al menos algunos modos de realización.

40 La FIG. 9B es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de recirculación de productos de acuerdo con al menos algunos modos de realización.

45 Las FIGS. 9C y 9D son diagramas esquemáticos que muestran porciones de sistemas de llenado de recipientes de bebidas que incorporan sistemas de recirculación de productos de acuerdo con modos de realización adicionales.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques que muestra entradas y salidas a un controlador de sistema de llenado de acuerdo con algunos modos de realización.

50 La FIG. 11A es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un algoritmo que puede realizar un controlador de sistema de llenado en relación con las operaciones mostradas en las FIGS. 8A-8H y en las FIGS. 8I-8P.

55 La FIG. 11B es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un algoritmo alternativo que puede realizar un controlador de sistema de llenado en conexión con operaciones similares a las mostradas en las FIGS. 8A-8H y en las FIGS. 8I-8P.

60 La FIG. 11C es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un algoritmo que puede realizar un controlador de sistema de llenado en conexión con un sistema de control de presión.

La FIG. 11D es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un algoritmo que puede realizar un controlador de sistema de llenado en conexión con un sistema de recirculación de producto.

65 Las FIGS. 12A a 12D son diagramas de bloques que muestran etapas en los procedimientos de acuerdo con determinados modos de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción de diversos modos de realización, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de la misma, y en los cuales se muestran diversos modos de realización a modo de ilustración. Debe entenderse que hay otros modos de realización y que pueden realizarse modificaciones estructurales y funcionales. Los modos de realización de la presente invención pueden tomar forma física en determinadas partes y etapas, cuyos ejemplos se describirán en detalle en la siguiente descripción y se ilustrarán en los dibujos adjuntos que forman parte de la misma.

Como se usa en la presente solicitud, incluyendo las reivindicaciones, se aplican los siguientes términos. "Configurado para <function or operation>", "cuando se usa en conexión con un componente, dispositivo o sistema en particular, indica que el componente, dispositivo o sistema en cuestión incluye una estructura que coloca al componente, dispositivo o sistema en un estado en el que está listo para realizar la operación o función identificada. Un "fluido", a menos que se indique de otro modo, puede ser un líquido, un gas o una mezcla de líquido y gas. "Incluir" es sinónimo de "comprender". Por ejemplo, declarar que "X incluye el elemento Y" no impide que X también incluya otros elementos.

Los sistemas de llenado de recipientes de bebidas de acuerdo con al menos algunas configuraciones pueden incluir válvulas de llenado y/u otro equipo como se describe en el presente documento. Como se explica con más detalle a continuación, estos sistemas de llenado pueden llenar diferentes tipos de recipientes con una amplia variedad de productos de bebidas y en múltiples escenarios de llenado diferentes. Por ejemplo, durante un período de tiempo, un sistema de llenado puede funcionar como un sistema de llenado en frío (CF) y llenar recipientes con un producto de bebida helado o a temperatura ambiente. Durante otro período de tiempo, ese mismo sistema de llenado puede funcionar como un sistema de llenado en caliente (HF) y llenar recipientes con un producto de bebida caliente. Durante otro período de tiempo más, ese sistema de llenado puede funcionar como un sistema de llenado de tiempo de vida útil prolongada (ESL). Durante otros períodos de tiempo, ese sistema de llenado puede funcionar como un sistema de llenado aséptico de alto ácido (HAA) o como un sistema de llenado aséptico de bajo ácido (LAA).

Los sistemas de llenado de acuerdo con algunas configuraciones también pueden alojar una amplia gama de tipos de productos de bebidas. Al menos algunos de estos sistemas pueden llenar recipientes con productos de bebidas que tengan viscosidades en un rango de aproximadamente 1 centipoise (cps) a aproximadamente 400 cps. Ejemplos no limitativos de productos de bebidas en este rango de viscosidad incluyen agua (1 cps), leche (3 cps), zumos de frutas (55 a 75 cps), zumo de tomate (180 cps) y yogur bebible (50 a 400 cps).

Los sistemas de acuerdo con algunas configuraciones también llenan recipientes con productos de bebidas multifase que comprenden un líquido con inclusiones duras o blandas. Las inclusiones pueden tomar la forma de trozos, partículas, pulpa y/o fibras. Los ejemplos de inclusiones blandas incluyen trozos de fruta, trozos de verduras, chicle, trozos de tapioca, otros tipos de productos alimenticios blandos, sacos de pulpa de frutas intactos y fibras de frutas. Ejemplos de inclusiones duras incluyen semillas, trozos de nueces y granos. En al menos algunas configuraciones, un sistema puede llenar recipientes con productos de bebidas que tengan inclusiones tipo partículas o trozos (duros o blandos) con tamaños tan grandes como o que pueden caber dentro de un cubo de aproximadamente 10 milímetros (mm) x aproximadamente 10 mm x aproximadamente 10 mm, inclusiones de sacos de pulpa de hasta 10 mm e inclusiones de fibra de hasta 20 mm. Un producto puede contener inclusiones de múltiples tipos (partículas, trozos, pulpa y/o fibras). El porcentaje (en volumen) de inclusiones en dicho producto puede ser tan alto como el 50 %, tan bajo como el 1 % (o incluso el 0 %), o cualquier valor porcentual intermedio. Como algunos ejemplos, en diversas configuraciones, un sistema puede llenar recipientes con productos de bebidas que tengan inclusiones en una concentración volumétrica de menos del 1 %, de aproximadamente el 1 %, del 1 % al 5 %, del 5 % al 10 %, del 10 % a 15 %, de 15 % a 20 %, al menos el 20 %, al menos el 25 %, al menos el 30 %, al menos el 35 %, al menos el 40 % o al menos el 45 %. En las configuraciones correspondientes a cada una de esas concentraciones de inclusión volumétrica, cada una de al menos una porción de las inclusiones puede tener un volumen de 1 milímetro cúbico o menos (por ejemplo, cada una de las inclusiones cabe dentro de un cubo de 1 mm x 1 mm x 1 mm), un volumen de al menos 125 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 5 mm x 5 mm x 5 mm), un volumen de al menos 216 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 6 mm x 6 mm x 6 mm), un volumen de al menos 343 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 7 mm x 7 mm x 7 mm), un volumen de al menos 400 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 7,37 mm x 7,37 mm x 7,37 mm), un volumen de al menos 512 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 8 mm x 8 mm x 8 mm), o un volumen de al menos 729 milímetros cúbicos (por ejemplo, un cubo de 9 mm x 9 mm x 9 mm). Las inclusiones pueden ser esféricas o tener cualquier otra forma.

Las FIGS. 1A es una vista lateral izquierda de una unidad de llenado 10 y un brazo de manipulación de recipientes 20 asociado de acuerdo con al menos algunas configuraciones. La FIG. 1B es una vista frontal de la unidad de llenado 10 y del brazo de manipulación 20. Las FIGS. 1A y 1B muestran el brazo de manipulación 20 que sostiene un recipiente de bebida C en una posición de llenado debajo de la unidad de llenado 10. Mientras el recipiente C está en esa posición de llenado, una válvula de llenado de la unidad de llenado 10 puede permitir de forma controlada que el producto de bebida fluya hacia una abertura en el cuello del recipiente C. Componentes

adicionales de la unidad de llenado 10 y del brazo de manipulación de recipientes 20, así como su funcionamiento, se describen a continuación. Como también se explica a continuación, un sistema de llenado completo en algunas configuraciones puede incluir múltiples unidades de llenado adicionales idénticas a la unidad de llenado 10 y múltiples brazos de manipulación de recipientes similares al brazo 20.

5 La unidad de llenado 10 está montada en un estante de apoyo 11. Como se explica con más detalle a continuación en relación con la FIG. 2, el estante de apoyo 11 puede sostener unidades de llenado adicionales que estén dispuestas en un patrón circular. Un tubo de entrada de la unidad de llenado 10 está conectado a un depósito de producto (no mostrado en las FIGS. 1A y 1B) a través de un tubo de alimentación 12. Una tubería de recirculación 10 13 forma parte de un sistema que puede usarse para recircular el producto, como se describe con más detalle en el presente documento.

15 Las líneas discontinuas en la FIG. 1A muestran esquemáticamente una porción de una barrera 30. El espacio dentro de la barrera 30 forma una zona aséptica 31 debajo de la unidad de llenado 10 y debajo de otras unidades de llenado en el mismo sistema de llenado. La barrera 30, que puede ser similar a las barreras de zona aséptica encontradas en los sistemas de llenado convencionales, puede incluir particiones superior, interna, inferior y externa 32, 33, 34 y 35, respectivamente. El aire esterilizado puede bombearse a la zona aséptica 31. Ese aire esterilizado fluye luego desde las aberturas en o entre las particiones 32 a 35 para evitar que los contaminantes entren en la zona aséptica 31. El brazo de manipulación 20, la tubería de recirculación 13 y otros equipos (no mostrados) pueden extenderse a la zona aséptica 31 a través de dichas aberturas. La partición superior 32, la 20 partición interna 33 y la partición inferior 34 se muestran en la FIG. 1B, con la partición externa 35 omitida. Como se indica por las líneas curvas en los lados derecho e izquierdo de la FIG. 1B, la barrera 30 puede continuar más allá de ambos lados de la unidad de llenado 10 para extender la zona aséptica 31 debajo de otras unidades de llenado. Aunque las FIGS. 1A y 1B muestran la barrera 30 que incorpora el estante 11, este no tiene por qué ser 25 el caso. En algunas configuraciones, por ejemplo, una partición superior de una barrera de zona aséptica se puede localizar debajo de una abrazadera que conecte un vaso acumulador de una válvula de llenado a otras porciones de esa válvula (por ejemplo, la abrazadera mostrada directamente debajo del estante 11 en las FIGS. 1A y 1B).

30 La FIG. 2 es una vista superior parcialmente esquemática de un sistema de llenado de recipientes de productos de bebidas de tipo carrusel 40 que incluye la unidad de llenado 10 (mostrada simbólicamente como un círculo) y el brazo de manipulación 20 (mostrado simbólicamente como un rectángulo). El sistema de llenado 40 incluye setenta y una unidades de llenado 10 adicionales y setenta y un brazos de manipulación 20 adicionales. Para mayor comodidad, los símbolos de solo una unidad de llenado 10 y un brazo de manipulación 20 están etiquetados. Las localizaciones de otras unidades de llenado 10 y brazos de manipulación 20 son evidentes a partir de las 35 posiciones de otros símbolos similares a los símbolos etiquetados. El sistema de llenado 40 rota en el sentido horario como se indica. Las unidades de llenado 10 están dispuestas cerca de un perímetro externo del carrusel del sistema 40. Los brazos de manipulación 20 asociados con cada una de esas unidades de llenado 10 se extienden radialmente hacia adentro hacia el centro del carrusel del sistema 40. Como se indica anteriormente, el estante 11 puede tener la forma de un anillo (o pueden ser múltiples soportes unidos para formar un anillo) a fin 40 de mantener las unidades de llenado en una disposición circular. Los soportes adicionales (no mostrados) pueden soportar los brazos de manipulación y otros componentes del sistema de llenado 40. También indicado en la FIG. 2 están los límites de la barrera 30. La partición superior 32, la partición interna 33 y la partición interna 34 pueden estar unidas a la porción de carrusel rotatorio del sistema de llenado 40, con la partición externa 35 quedando estacionaria. La partición externa 35 puede incluir aberturas para que un transportador alimente recipientes vacíos al carrusel y que otro transportador transporte recipientes llenos desde el carrusel. Las localizaciones aproximadas 45 para estos transportadores se indican en la FIG. 2 con flechas que muestran la dirección en la cual viajan los recipientes vacíos al carrusel y la dirección en la cual se desplazan los recipientes llenos desde el carrusel.

50 Aunque no se muestra en la FIG. 2, otros componentes del sistema de llenado 40 pueden estar localizados en la región central del carrusel rodeada por las unidades de llenado 10 y sus correspondientes brazos de manipulación 20. Esos componentes pueden incluir, sin limitación, un depósito de producto, un sistema de recirculación de producto, un sistema de control de presión y otros componentes descritos en el presente documento. La FIG. 2 indica una disposición de unidades de llenado y brazos de manipulación de acuerdo con algunas configuraciones. Otras configuraciones pueden incluir menos o más unidades de llenado y pares de brazos de manipulación. Un 55 sistema de llenado no necesita ser rotatorio. En algunas configuraciones, por ejemplo, las unidades de llenado y/o los brazos de manipulación de recipientes, tales como los descritos en el presente documento, pueden disponerse linealmente.

60 La FIG. 3A es una vista ampliada frontal de la unidad de llenado 10. La FIG. 3B es una vista ampliada lateral izquierda de la unidad de llenado 10. La FIG. 3C es una vista ampliada lateral derecha de la unidad de llenado 10. La FIG. 3D es una vista ampliada trasera de la unidad de llenado 10. La FIG. 3E es una vista en perspectiva frontal izquierda de la unidad de llenado 10. La FIG. 3F es una vista en perspectiva frontal derecha de la unidad de llenado 10.

65 La unidad de llenado 10 incluye una válvula de llenado 50 que está cerrada en las FIGS. 3A-3F. La válvula de llenado 50 incluye un alojamiento formado por un tubo de entrada 51, un tubo principal 52 y un vaso acumulador

53. Una porción inferior del tubo principal 52 se extiende a través de una abertura en el estante de apoyo 11 y se sostiene en su lugar mediante una barra de retención 54 y tornillos 55. El tubo principal 52 puede estar unido al vaso acumulador 53 y al tubo de entrada 51 mediante abrazaderas 56 y 57 convencionales, respectivamente. Cada una de las abrazaderas 56 y 57 puede ser del tipo comúnmente conocido en la técnica como "Tri-Clamp". Las juntas sanitarias convencionales (por ejemplo, del tipo comúnmente usado con las abrazaderas Tri-Clamp) se pueden situar entre el tubo de entrada 51 y el tubo principal 52 y entre el tubo principal 52 y el vaso acumulador 53 para sellar las conexiones de forma. La tubería de recirculación de producto 13 se extiende desde la parte inferior del vaso acumulador 53 hasta un sistema de recirculación de producto. Los componentes y el funcionamiento de ese sistema de recirculación del producto se describen a continuación junto con la FIG. 9B.

La válvula de llenado 50 también incluye un manguito de accionamiento magnético 60 que rodea el tubo principal 52. El manguito de accionamiento 60 es móvil a lo largo del tubo principal 52. Como se explica con más detalle a continuación, una lanzadera localizada dentro del alojamiento de la válvula de llenado 50 está acoplada magnéticamente al manguito de accionamiento 60. Cuando la válvula de llenado 50 está cerrada, se coloca un tapón en un extremo inferior de esa lanzadera para cerrar una salida de dispensación en la parte inferior del vaso acumulador 53. El movimiento del manguito de accionamiento 60 hacia el tubo de entrada 51 mueve la lanzadera hacia arriba, moviendo de este modo el tapón de la lanzadera fuera de la salida y permitiendo que el producto fluya fuera de la salida hacia un recipiente localizado en una posición de llenado debajo del vaso acumulador 53.

Además de la válvula 50, la unidad de llenado 10 incluye dos accionadores de fluido 70 y 80. El accionador de fluido 70 incluye un alojamiento de conector 71. Una varilla 72 del accionador 70 se extiende y se retrae del alojamiento 71 y está acoplada a un pistón móvil dentro del alojamiento 71. De forma similar, el accionador de fluido 80 incluye un alojamiento principal 81 y una varilla 82 que se extiende y se retrae del alojamiento 81 y que está acoplada a un pistón dentro del alojamiento 81. Los extremos inferiores de los accionadores 70 y 80 están unidos de forma pivotante al estante de apoyo 11. Los extremos superiores 73 y 83 de las varillas 72 y 82 están acoplados al manguito de accionamiento 60 a través de componentes adicionales, como se describe a continuación. El accionador 70 está configurado para abrir y cerrar la válvula de llenado 50. Para abrir la válvula de llenado 50, se introduce aire a presión en una cámara de pistón inferior del alojamiento 70 a través de un accesorio 74 mientras se permite que el aire escape de una cámara de pistón superior del alojamiento 71 a través de un accesorio 75. Para cerrar la válvula de llenado 50, se permite que el aire escape de la cámara inferior a través del accesorio 74 mientras que el aire presurizado se introduce en la cámara superior a través del accesorio 75. El flujo de aire dentro y fuera de las cámaras del accionador 70 puede controlarse usando válvulas de aire accionadas por solenoide convencionales, no mostradas.

El accionador 80 está configurado para detener el movimiento del manguito de accionamiento 60. En particular, y como se describe con más detalle a continuación en relación con las FIGS. 8A a 8H, el accionador 80 forma parte de un sistema de punto de ajuste de bajo flujo ajustable. El fluido entra y sale de una cámara de pistón inferior del alojamiento 81 a través del accesorio 84. El fluido entra y sale de una cámara de pistón superior del alojamiento 81 a través del accesorio 85.

La FIG. 3G es una vista ampliada en perspectiva trasera izquierda de la unidad de llenado 10, pero con los accionadores 70 y 80 y diversos otros componentes retirados para mostrar mejor una determinada estructura subyacente de la unidad de llenado 10. Como en las FIGS. 3A-3F, la válvula de llenado 50 está cerrada en la FIG. 3G. Un extremo inferior de un soporte vertical 91 está unido al manguito de accionamiento 60. Una barra transversal 92 está unida al soporte vertical 91 cerca de un extremo superior. Un bloque de guía 93 también está unido al soporte vertical 91 cerca del extremo superior. Una varilla de guía 94 se extiende hacia arriba a través de un agujero 95 en el bloque de guía 93, con un extremo inferior de la varilla de guía 94 unido al estante de apoyo 11. El agujero 95 está dimensionado para que el bloque de guía 93 se pueda deslizar hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la varilla 94. Los extremos superiores 73 y 83 de las varillas 72 y 82 de los accionadores 70 y 80 están unidos a la barra transversal 92.

Una varilla ajustable 110 (FIG. 3C) limita el movimiento hacia arriba del manguito de accionamiento 60. Un tope 111 en la parte inferior de la varilla 110 se apoya en la parte inferior de la placa 112 cuando el manguito de accionamiento 60 está en la parte superior de su carrera hacia arriba. Uno o más muelles helicoidales 113 se posicionan sobre la varilla de guía 94 y están restringidos por un pasador a través de la varilla de guía 94. Otro bloque de guía 115 (visible en la FIG. 3C) está unido a un extremo inferior del soporte vertical 91 y también se desliza sobre la varilla de guía 94 a medida que el manguito de accionamiento 60 sube o baja. Los resortes 113 están comprimidos por el bloque de guía 115 y el pasador cuando el manguito de accionamiento 60 está elevado. Los resortes 113 polarizan por tanto la válvula de llenado 50 a una posición cerrada. Esto proporciona una característica de cierre a prueba de fallos que cerrará automáticamente la válvula 50 en caso de un corte de energía. Un indicador óptico 120 puede estar unido a la barra transversal 92 (FIG. 3E) y moverse dentro y fuera de una ranura en un sensor óptico 121. El sensor 121 se analiza con más detalle a continuación en relación con las FIGS. 8A a 8H.

La FIG. 4A es una vista en sección transversal parcial tomada de la localización indicada en la FIG. 3A. Las abrazaderas 56 y 57 y otros componentes externos de la unidad de llenado 10 se omiten de la FIG. 4A. Se muestran

en sección transversal en la FIG. 4A el tubo de entrada 51, el alojamiento principal 52, el vaso acumulador 53 y el manguito de accionamiento 60. La FIG. 4A revela la lanzadera 200 de la válvula de llenado 50. La lanzadera 200 no se muestra en sección transversal en la FIG. 4A.

5 La lanzadera 200 incluye un vástago central 201 y cuatro anillos de accionamiento magnéticos 210a, 210b, 210c y 210d. Los anillos de accionamiento 210a-210d se denominan colectivamente "anillos 210"; uno arbitrario de anillos 210 se denomina genéricamente "anillo 210". Se sigue una convención similar en otra parte de esta descripción donde a múltiples componentes similares o idénticos se les asigna un número de referencia común con una letra adjunta.

10 Como se explica con más detalle a continuación, cada uno de los anillos 210 incluye múltiples imanes que están orientados para estar en repulsión con los imanes del manguito de accionamiento 60 y que están sellados dentro de recintos de acero inoxidable de los anillos 210. El vástago 201 se extiende mediante un elemento de paleta de guía 202 y un elemento extremo 203. El elemento de paleta de guía 202 está unido al vástago 201 en una conexión roscada 204 y al elemento extremo 203 en una conexión roscada 205. Cuando la válvula de llenado 50 está cerrada, y como se muestra en la FIG. 4A, una porción del elemento extremo 203 descansa sobre el borde interior y el reborde de una salida 49 para evitar el flujo de producto a través de la salida 49.

15 La FIG. 4B es una vista en sección transversal similar a la FIG. 4A, pero con la válvula de llenado 40 en una condición abierta. Cuando la válvula de llenado 50 está abierta, y como se muestra en la FIG. 4B, el manguito de accionamiento 60 está elevado. Debido a que los imanes del manguito de accionamiento 60 y de los anillos de accionamiento 210 están en repulsión, los anillos 210 permanecen centrados alrededor de la línea central longitudinal del tubo principal 52. Como se explica con más detalle a continuación, se forma un "resorte magnético" por la fuerza magnética de los imanes en los anillos 210 y el manguito 60. Este resorte no se muestra comprimido en la FIG. 4A. Debido a que la lanzadera 200 está acoplada magnéticamente al manguito 60, se mueve hacia arriba y hacia abajo con el manguito 60. Cuando la lanzadera 200 se mueve hacia arriba, el elemento extremo 203 se retira de la abertura 49 y el producto puede fluir desde la abertura 49 a un recipiente posicionado debajo del vaso acumulador 53.

20 Como se ve en las FIGS. 4A y 4B, una trayectoria de flujo a través del interior del alojamiento de la válvula de llenado 50 es sustancialmente recta. En algunos modos de realización, la salida 49 tiene un ancho de aproximadamente 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas). Como se usa en el presente documento al describir el tamaño de una abertura u otro paso de flujo, un "ancho" podría ser un diámetro si la abertura o el paso es circular.

25 La FIG. 5A es una vista en perspectiva superior de la lanzadera 200 retirada de la válvula de llenado 50. Excepto como se indica a continuación, los anillos de accionamiento 210 son sustancialmente idénticos entre sí. Cada uno de los anillos 210b a 210d incluye una pared interna 211 y una pared externa 212 similar a la pared interna 211a y a la pared externa 212a del anillo 210a. Cada uno de los anillos 210 también incluye un saliente de barrido 232, salientes de barrido que se analizan a continuación. Como se analiza a continuación en relación con las FIGS. 5D y 5E, los imanes están sellados en el espacio entre la pared interna 211 y la pared externa 212 de cada anillo 210. Los anillos 210 están conectados al vástago 201 por tres paletas 220 radiales. En las figuras mostradas, cada una de las paletas 220 es sólida y extiende la longitud total de los anillos 210. Las paletas 220 pueden estar igualmente separadas entre sí, es decir, los ángulos entre las paletas 220 adyacentes pueden ser de 120°. Las paletas 220 y las paredes interiores 212 de los anillos 210 forman por tanto tres sectores 221 de 120° de igual tamaño. La FIG. 30 5B es una vista superior de la lanzadera 200. En al menos algunas configuraciones, los sectores 221 están dimensionados para que puedan pasar inclusiones cúbicas de 10 mm.

35 La FIG. 5C es una vista en perspectiva inferior de la lanzadera 220. El elemento de paleta de guía 202 incluye tres paletas 208 que se extienden radialmente que ayudan a enderezar el flujo del producto de bebida que se dispensa a través de la válvula de llenado 50. El elemento extremo 203 incluye un tapón 224 redondo que sella la salida 49 del vaso acumulador 53. Un extremo terminal 225 del elemento de tapón 203 está dimensionado para extenderse a través de la salida 49. Durante el cierre de la válvula 50, el extremo terminal 225 proporciona fuerza de cizallamiento para cortar las inclusiones que podrían quedar atrapadas en la garganta de la salida 49 para proporcionar una ruptura limpia. Esto evita fragmentos provenientes de una salida 49 cerrada, fragmentos que serían indeseables en operaciones de llenado en caliente o llenado aséptico. Como se explica con más detalle a continuación, el extremo terminal 225 puede estar situado parcialmente en la salida 49 durante la operación de bajo flujo para reducir el flujo del producto y evitar el sobrellenado y mejorar la precisión del llenado.

40 La FIG. 5D es una vista en sección transversal de la lanzadera 200 desde la localización indicada en la FIG. 5B. Como se indica anteriormente, y como es visible en la FIG. 5D, las paletas 220 extienden la longitud de los cuatro anillos de accionamiento 210. Cada paleta 220 incluye leves hendiduras en los espacios entre dos anillos 210 adyacentes. Como se ve en la FIG. 5D, y como se analiza además a continuación en relación con la FIG. 5G, la pared interna 211 de cada anillo 210 incluye una pestaña superior 228 y una pestaña inferior 227. El saliente de barrido 232 de cada anillo 210 se extiende hacia afuera desde su pestaña superior 228. Los imanes 230 están localizados en los espacios entre las paredes internas 211, sus pestañas 227 y 228 asociadas, y las paredes 45 externas 212.

La disposición de los imanes 230 en los anillos 210 se muestra además en la FIG. 5E. La FIG. 5E es una vista en perspectiva lateral de la lanzadera 200 con determinados elementos retirados. La pared externa 212a y los imanes 230 se han retirado del anillo 210a para revelar una cara exterior 231a de la pared interna 211a y un borde interior de la pestaña inferior 227a. Las paredes externas 212b y 212c de los anillos 210b y 210c se han retirado para revelar los imanes 230. Los imanes 230 están dispuestos de manera similar en los anillos 210a y 210d.

La FIG. 5F es una vista superior de la lanzadera 200 dentro del tubo principal 52, con otros elementos de la válvula de llenado 50 omitidos. La FIG. 5G es una vista ampliada en sección transversal parcial tomada de la localización indicada en la FIG. 5F. Cada anillo de accionamiento 210 incluye imanes 230 dispuestos en tres bandas. Cada banda incluye cuatro subbandas concéntricas de imanes 230 individuales. Como se ve en la FIG. 5E, cada uno de los imanes 230 solo se extiende a través de un pequeño sector del perímetro de un anillo de accionamiento 210. Los imanes 230 en una banda están dispuestos de extremo a extremo para circunscribir un anillo 210.

La FIG. 5G también muestra más detalles de los salientes de barrido 232. La separación entre los anillos 210 y la pared interna del tubo principal 52 se estrecha en las regiones de los salientes de barrido 232 para evitar que las semillas u otras inclusiones lleguen al espacio entre el tubo principal 52 y un anillo 210. En algunas configuraciones, la separación entre el borde externo de un saliente de barrido 232 y la pared interna del tubo principal 52 es de aproximadamente 0,0254 centímetros (0,01 pulgadas). La separación entre los lados externos de los anillos 210 (en los lados externos de las paredes externas 212) y la pared interna del tubo principal 52 puede dimensionarse para evitar que las semillas u otras pequeñas inclusiones se atasquen entre un anillo de accionamiento 210 y la pared interna del tubo principal 52. En al menos algunas configuraciones, esa separación puede ser de aproximadamente 0,12446 centímetros (0,049 pulgadas).

Las caras superiores de los salientes de barrido 232 están anguladas hacia abajo hacia el centro de los anillos 210 en un ángulo α . Estas caras anguladas hacia abajo ayudan a guiar las inclusiones hacia el centro de la lanzadera 200 durante una carrera hacia arriba de la lanzadera 200 y mientras el producto fluye a través del tubo principal 52 y pasa la lanzadera 200. En algunas configuraciones, las caras inferiores de las pestañas inferiores 227 pueden estar anguladas hacia arriba hacia el centro de un anillo en un ángulo β . Estas caras anguladas hacia arriba ayudan a guiar las inclusiones hacia el centro de la lanzadera 200 durante un golpe hacia abajo de la lanzadera 200. En algunas configuraciones, α y β pueden ser cada uno de aproximadamente 6 grados. El saliente de barrido 232a del anillo superior 210a puede incluir además un labio 234. La cara superior del labio 234 se puede angular hacia abajo hacia la lanzadera central 200 en un ángulo sustancialmente más pronunciado.

Como se ve además en la FIG. 5G, las paredes externas 212 de los anillos 210 son relativamente delgadas. En algunas configuraciones, las paredes externas 212 están formadas por acero inoxidable austenítico 316L endurecido por trabajo de 0,01524 centímetros (0,006 pulgadas) de grosor con poca atracción magnética. Las piezas delgadas que forman las paredes 212 se usan en estado duro para facilitar el montaje. La delgadez de las paredes 212 maximiza la separación entre las paredes 212 y la pared interna del tubo principal 52 mientras minimiza la distancia entre los imanes 230 de la lanzadera 60 y los imanes 230 del manguito 60. Las paredes externas 212 pueden soldarse con láser en su lugar para sellar los imanes 230 en los anillos 210 y evitar que esos imanes 230 entren en contacto con el producto de bebida o con la solución de limpieza que puede pasar a través de la válvula 50. Las soldaduras láser de las paredes externas 212 pueden pulirse para promover la limpieza.

En al menos algunas configuraciones, las paredes internas 211 de cada anillo 210, incluyendo las pestañas 227 y 228 y el saliente de barrido 232, el labio 234, las paletas 220 y el vástago 201 pueden formarse como una unidad integral a partir de una sola pieza integral de acero inoxidable austenítico 316L. La unidad de una sola pieza puede formarse, por ejemplo, por mecanizado de descarga eléctrica (EDM). El elemento de paleta de guía 202 y el elemento de tapón 203 también pueden mecanizarse en acero inoxidable austenítico 316L. El uso de un material austenítico suave para la lanzadera minimiza la interacción entre la lanzadera 200 y el campo magnético de los imanes 230.

Las FIGS. 5H y 5I son, respectivamente, vistas ampliadas en perspectiva superior e inferior de una lanzadera 200' de acuerdo con determinadas otras configuraciones. La lanzadera 200' puede usarse en la válvula de llenado 50 como alternativa a la lanzadera 200. La lanzadera 200' puede ser idéntica a la lanzadera 200, excepto con respecto a las paletas 220'. En particular, la lanzadera 200' incluye seis paletas radiales 220' que conectan los anillos 210a' a 210d' al vástago central. Las paletas 220' pueden estar dispuestas para formar sectores principales 221 y sectores menores 222. Los sectores principales 221 pueden dimensionarse de modo que puedan pasar inclusiones cúbicas de 10 mm.

Como se describe anteriormente, los anillos 210 se desplazan hacia arriba y hacia abajo dentro del tubo principal 52. En algunas configuraciones, el tubo principal 52 también está formado de acero inoxidable austenítico 316L. Un grosor de pared ejemplar para el tubo principal 52 es de aproximadamente 0,11176 centímetros (0,044 pulgadas), con una cilindridad ejemplar dentro de 0,00635 centímetros (0,0025 pulgadas).

En al menos algunas configuraciones, el vaso acumulador 53 está formado de PEEK (poliéter éter cetona). Aunque el PEEK es bastante rígido y duradero, tiene suficiente flexibilidad para permitir un sello entre el tapón 224 del elemento extremo 203 y los bordes superiores internos y los rebordes de la salida 49, evitando de este modo la necesidad de juntas adicionales para sellar la salida 49 cuando la válvula 50 esté cerrada.

La FIG. 6A es una vista ampliada en perspectiva en sección transversal del manguito de accionamiento 60. El plano de sección transversal en la FIG. 6A es el mismo que el de las FIGS. 4A y 4B. La FIG. 6B es una vista en perspectiva del manguito de accionamiento 60 en el cual los anillos del manguito 60 se han separado para revelar más detalles estructurales internos. Como se muestra en la figura, el manguito de accionamiento 60 incluye cuatro anillos de sujeción de imán 300a, 300b, 300c y 300d. Cada anillo 300 incluye dos medios anillos. Por ejemplo, el anillo 300d incluye medios anillos 301d y 302d. Los extremos de los medios anillos 301d y 302d se encuentran en las uniones 303d y 304d. Un segundo anillo 300c incluye medios anillos 301c y 302c que se encuentran en las uniones 303c y 304c. Un tercer anillo 300b incluye medios anillos 301b y 302b que se encuentran en las uniones 303b y 304b. Un cuarto anillo 300a incluye medios anillos 301a y 302a que se encuentran en las uniones 303a y 304a. Una placa de cubierta 310 incluye dos medias placas 311 y 312 que se encuentran en las uniones 313 y 314.

Cada uno de los medios anillos puede mecanizarse a partir de PEEK y puede incluir siete canales 319 formados en una superficie superior. Luego se colocan dos filas de imanes 230 en cada canal y se mantienen en su lugar mediante un tornillo de fijación 320. Las orientaciones de los imanes 230 en el manguito 60, cuya orientación se analiza a continuación, da como resultado fuerzas de repulsión magnética que empujan esos imanes 230 radialmente hacia afuera. Los tornillos de fijación 320 resisten esas fuerzas hacia fuera y aseguran los imanes 230. Los imanes 230 y un tornillo de fijación 320 se han omitido de uno de los canales 319 en el medio anillo 301c para mostrar detalles adicionales de ese canal 319. Cada canal 319 en los medios anillos 301a, 302a, 301b, 302b, 301c, 302c, 301d y 302d incluye un agujero avellanado 321 a través del cual se inserta un perno y se asegura a un agujero roscado 322 en un medio anillo inferior. Esto se indica con una línea discontinua desigual para un agujero 321 en medio anillo 301c y un agujero 322 correspondiente en medio anillo 301d.

La orientación de cada anillo 300 se hace rotar 90 grados con respecto a los anillos adyacentes 300. Por ejemplo, una línea entre las uniones 303d y 304d del anillo 300d es perpendicular a una línea entre las uniones 303c y 304c del anillo 300c. Sigue un patrón similar con respecto a los anillos 300c y 300b y los anillos 300b y 300a. Los medios anillos de un anillo 300 no están directamente atornillados entre sí. En cambio, los medios anillos de cada anillo 300 se mantienen en su lugar mediante su unión a un anillo adyacente 300. Por ejemplo, el medio anillo 301d del anillo 300d está unido a un extremo del medio anillo 301c y a un extremo del medio anillo 302c. De forma similar, el medio anillo 302d está unido a los otros extremos de los medios anillos 301c y 302c. Un patrón similar sigue a los medios anillos 301c y 302c con respecto a los medios anillos 301b y 302b y para los medios anillos 301b y 302b con respecto a los medios anillos 301a y 302a.

El manguito de accionamiento 60 puede montarse cargando los imanes 230 en los canales 319 de los medios anillos 301d y 302d, asegurando esos imanes 230 con los tornillos de fijación 320, y luego colocando los medios anillos 301d y 302d en su posición alrededor del tubo principal 52. Los medios anillos 301c y 302c, sin los imanes 230 instalados, se pueden colocar luego en su posición alrededor del tubo principal 52 y encima de los medios anillos 301d y 302d. Las piezas de sujeción se colocan luego a través de los agujeros 321 en los canales 319 de los medios anillos 301c y 302c en los agujeros 322 de los medios anillos 301d y 302d y se aprietan. Los imanes 230 se pueden colocar luego en los canales 319 de los medios anillos 301c y 302c y se aseguran con los tornillos de fijación 320. Se puede realizar un procedimiento similar para los anillos 300b y 300a. Finalmente, las medias placas 311 y 312 se instalan en la parte superior del anillo 300a insertando pernos (no mostrados en la FIG. 6B) a través de agujeros avellanados en medias placas 311 y 312 y agujeros 322 en los medios anillos 301a y 302a. También se muestran en la FIG. 6B los agujeros 399a (anillo 300a) y 399c (anillo 300c) por los cuales el manguito 60 se puede unir al soporte vertical 91 (véase la FIG. 3G).

En al menos algunas configuraciones, los imanes 230 de la lanzadera 200 y el manguito de accionamiento 60 pueden ser curvos de neodimio-hierro-boro (NDFeB) grado N45H. Este grado, que corresponde a una temperatura de funcionamiento de hasta 120 °C (248 °F, 393,15 Kelvin), permite que los imanes 230 resistan las temperaturas asociadas con la esterilización de la válvula 50 durante los ciclos de limpieza y/o esterilización. Los imanes con temperaturas de trabajo máximas más altas están disponibles y pueden usarse en algunos modos de realización. Los imanes 230 pueden tener un tamaño de modo que catorce imanes colocados de extremo a extremo formen una banda con un diámetro exterior de 43 mm, un diámetro interior de 39 mm y una altura de 5 mm. La magnetización puede ser de curva interior a curva exterior, de modo que el polo norte de cada imán esté en la cara exterior. Los imanes 230 se colocan en el manguito 60 de modo que las caras del polo norte estén orientadas hacia adentro y hacia la lanzadera 200. Los imanes 230 se colocan en la lanzadera 200 de modo que las caras del polo norte estén orientadas hacia afuera y hacia el manguito 60.

En algunas configuraciones, los imanes 230 en algunos canales 319 del manguito 60 pueden reemplazarse con elementos de soporte de PTFE (politetrafluoroetileno). Por ejemplo, todos los imanes 230 en el canal 319 del anillo 300a directamente por encima del agujero 399a (indicado por la flecha 398a) y todos los imanes en el canal 319

5 en el otro lado del anillo 300a (indicado por la flecha 397a), todos los imanes 230 en los canales 319 del anillo 300d a cada lado de la unión 303d (indicado por las flechas 395d y 396d) y todos los imanes 230 en los canales 319 del anillo 300d a cada lado de la unión 304d (indicado por las flechas 393d y 394d) pueden omitirse. Entonces se puede insertar un rodamiento de PTFE en cada uno de los canales 319 de los cuales se han omitido esos
 10 imanes 230. Esos rodamientos de PTFE se pueden fabricar cortando piezas de aproximadamente 1,42875 centímetros (9/16 pulgadas) de longitud de una varilla de PTFE de material de 1,1125 centímetros (7/16 pulgadas) de diámetro. Estos rodamientos de PTFE se extienden desde los tornillos de fijación 320 de sus respectivos canales 319 y ligeramente más allá de los diámetros internos de los anillos 300a y 300d. Esos tornillos de fijación 320 se pueden usar luego para ajustar la compresión en los rodamientos de PTFE de modo que los extremos internos de esos rodamientos de PTFE entren en contacto con la pared externa del tubo principal 52. El uso de dichos rodamientos de PTFE alisa el recorrido del manguito 60 sobre el tubo principal 52 y puede reducir el desgaste del tubo principal 52.

15 Como se puede apreciar de las FIGS. 4A y 4B, y en vista de la descripción de la lanzadera 200 en relación con las FIGS. 5A-5G y la descripción del manguito 60 en relación con las FIGS. 6A y 6B, los imanes 230 del anillo de accionamiento 210a de la lanzadera 200 están a caballo entre los imanes 230 del anillo de manguito 300a y el anillo de manguito 300b. Los imanes de los anillos 210b y 210c de la lanzadera 200 están a caballo entre los imanes de los anillos 300b y 300c y de los anillos 300c y 300d, respectivamente. Las fuerzas repulsivas de los imanes 230 evitan que cada anillo 210 pase más allá de un anillo 300 del manguito 60 que está inmediatamente
 20 encima o debajo de ese anillo 210. Esto da como resultado un acoplamiento mediante el cual la lanzadera 200 se puede mover hacia arriba o hacia abajo moviendo el manguito 60 hacia arriba o hacia abajo.

25 La disposición escalonada de los anillos 210 con respecto a los anillos 300 ofrece ventajas adicionales. Por ejemplo, esta disposición coloca las fuerzas repulsivas entre los anillos 300 y los anillos 210 en una alineación vertical precisa y repetible. Además, esta disposición escalonada proporciona un grado de fuerza de resorte magnético. En particular, aplicando una fuerza vertical hacia arriba a la lanzadera 200 cuando el elemento de tapón 203 descansa sobre el borde interior y el reborde de la salida 49 (como se muestra en la FIG. 4A) mientras que también aplica una fuerza vertical hacia abajo al anillo 60 mueve los anillos 300a a 300d más cerca de los anillos 210a a 210d, respectivamente. A medida que disminuye la separación entre un anillo 300 y un anillo 210, aumentan
 30 las fuerzas magnéticas repulsivas que intentan separar esos dos anillos. Cuando el manguito 60 se mueve nuevamente hacia arriba, la lanzadera 200 salta de vuelta a su localización original en relación con el manguito 60. Esto permite que el manguito 60 sobrepase ligeramente la lanzadera de desplazamiento 200 al cerrar la válvula 50, que comprime el resorte magnético, y que da como resultado que la lanzadera aplique una fuerza constante al borde interior y al reborde de la salida 49.

35 Como también se ve en la FIG. 4A, los anillos 210 y 300 están escalonados de modo que haya un anillo 300 por encima de cada anillo 210, pero que solo haya un anillo 300 debajo de 210a, 210b y 210c. Esta configuración permite un mayor acoplamiento magnético en la dirección hacia abajo para proporcionar una mayor fuerza hacia abajo disponible en la lanzadera 200 para sellar la válvula 50 al cerrarse. La fuerza de acoplamiento entre la lanzadera 200 y el manguito 60 en la dirección hacia abajo es de al menos 13,6078 kg (30 libras) para proporcionar una fuerza de cierre adecuada y un tiempo de cierre suficientemente rápido. Esta fuerza de cierre también facilita el cizallamiento de inclusiones que podrían estar descansando en la salida 49 cuando la válvula 50 se esté cerrando.

45 Un imán de anillo simple podría reemplazar el montaje segmentado de imanes 230 en un anillo 210. De forma similar, un imán de anillo simple (o medio anillo) podría reemplazar los montajes segmentados de los imanes 230 usados en un anillo de manguito 60, aunque un imán de anillo simple para un anillo 300 tendría un diámetro mayor que un imán de anillo simple usado para un anillo 210. Dichos imanes de anillo simple también podrían ser de grado NDFeB N45H.

50 Volviendo brevemente a las FIGS. 1A y 1B, en algunas configuraciones, la unidad de llenado 10 se puede usar junto con el brazo de manipulación de recipientes 20. Excepto por el ligero movimiento de algunos componentes del brazo 20 descritos a continuación, el brazo 20 está sustancialmente fijo en relación con la unidad de llenado 10. Se recibe un recipiente C vacío en una pinza del brazo 20 en o antes del comienzo de una operación de llenado.
 55 Al abrir la válvula de llenado 50 de la unidad de llenado 10, se dispensa un producto de bebida desde la salida 49 de la válvula de llenado 50 y a través de una parte superior abierta de ese recipiente C. El peso de ese recipiente C aumenta a medida que se llena. Una célula de carga en el brazo 20 envía señales indicativas de ese peso. Un controlador puede determinar entonces cuándo cerrar la válvula de llenado 50 en base a esas señales.

60 Se puede colocar un recipiente C sobre el brazo 20 de manera convencional. Por ejemplo, uno de los brazos 20 del sistema de llenado 40 (FIG. 2) puede recibir un recipiente C a medida que el carrusel que rota continuamente hace rotar ese brazo 20 más allá de una localización (por ejemplo, en la posición de las 6 en punto en la FIG. 2) donde un primer transportador entrega recipientes C vacíos para su recepción pasando los brazos de manipulación. El producto se dispensa luego en un recipiente C recibido por una unidad de llenado 40 correspondiente a ese brazo 20 a medida que el carrusel continúa rotando hacia un segundo transportador. En el
 65 momento en que la rotación del carrusel ha llevado ese brazo 20 a la localización del segundo transportador (por

ejemplo, en la posición de las 12 en punto en la FIG. 2), el recipiente C ahora lleno se retira de ese brazo 20 y se lleva lejos por el segundo sistema de transportador. La rotación del carrusel devuelve luego ese brazo 20 al primer transportador para recibir un nuevo recipiente C vacío.

5 La FIG. 7A es una vista en perspectiva frontal izquierda de un brazo de manipulación de recipientes 20. Una viga de apoyo 401 del brazo 20 incluye una pluma 402, un elevador 403 y una extensión de fijación de célula de carga 404. En al menos algunas configuraciones, la viga 401 es una sola pieza. La viga 401 es rígida y permanece fija en relación con una unidad de llenado 10 a la cual corresponde el brazo 20. En particular, el elevador 403 se puede atornillar o unir de otro modo a un carrusel u otra estructura de un sistema de llenado que incorpora el brazo 20.
10 Tras la fijación a la estructura del sistema de llenado, el brazo 402 está en voladizo y orientado horizontalmente.

Los componentes del brazo 20 unidos a la pluma 402 incluyen un par de soportes de fulcro 405, una célula de carga 406 y enlaces de célula de carga 407. Una palanca de equilibrio 408 está acoplada de forma pivotante a la pluma 402 por un elemento de fulcro 409 mantenido en su lugar por los soportes 405. El elemento de fulcro 409 interactúa con una característica de cooperación de la palanca 408 en una de las múltiples localizaciones de pivote para permitir el movimiento rotatorio de la palanca 408 alrededor del elemento de fulcro 409. En el modo de realización del brazo 20, el elemento de fulcro 409 puede ser un perno o pasador y una característica de brazo cooperante es uno de los agujeros 410a a 410f en la palanca 408. Los agujeros 410e y 410f son visibles en la FIG. 7D.
15 20

En algunas configuraciones, y como se muestra en las FIGS. 7A y 7B, se puede unir un soporte antiguñada 411 en un extremo distal del brazo 402. El soporte 411 incluye una ranura de guía 412 que restringe el movimiento de la palanca 408 hacia la izquierda o derecha de la pluma 402 y que ayuda a mantener la palanca 408 alineada con la pluma 402 en un plano vertical. La ranura de guía 412 está dimensionada de modo que la palanca 408 pueda moverse libremente hacia arriba y hacia abajo dentro de la ranura 412. En otras configuraciones descritas a continuación, se puede omitir el soporte 411.
25

Una pinza de recipiente 415 está unida a un extremo distal del brazo de palanca 408 por un soporte 416 y pernos 417. En la configuración mostrada en las FIGS. 7A-7D, la pinza 415 es una pinza convencional que tiene mordazas cargadas con resorte 418 que están dimensionadas para recibir y retener una porción del cuello de un recipiente C. En algunas configuraciones, la pinza 415 se puede configurar para sostener botellas que tengan un tamaño de acabado de cuello de entre 28 mm y 43 mm. La tensión del resorte de las mordazas 418 puede superarse mediante la fuerza del cuello de un recipiente que empuja horizontalmente contra las superficies 419 (por ejemplo, al recibir un recipiente vacío del primer sistema de transportador descrito anteriormente) y por la fuerza de un cuello contenido que empuja hacia afuera desde dentro de las mordazas 418 (por ejemplo cuando el segundo sistema de transportador descrito anteriormente retire un recipiente lleno). La pinza 415 se puede retirar y reemplazar con un tipo diferente de pinza para manipular un tipo diferente de recipiente. Se pueden usar otros tipos de pinzas. Por ejemplo, en algunas configuraciones, una pinza puede no tener mordazas cargadas con resorte y puede ser simplemente un soporte con una hendidura correspondiente a la forma del cuello de un recipiente.
30 35 40

Un extremo proximal de una célula de carga 406 está unido de forma fija por pernos 421 a la extensión 404 de la viga de apoyo 401. Un extremo distal de la célula de carga 406 está acoplado a un extremo proximal de la palanca 408 mediante enlaces 407. Los extremos inferiores de los enlaces 407 están unidos de forma pivotante a la célula de carga 406 por un pasador 422. Los extremos superiores de los enlaces 407 están unidos de forma pivotante a la palanca 408 por un pasador 423. Como se indica en la FIG. 7C, un recipiente contenido en la pinza 415 impone una fuerza F1 hacia abajo. Esto da como resultado, a pesar de la rotación de la palanca 408 alrededor del elemento de fulcro 409, una fuerza F2 hacia arriba que tira de los enlaces 407. La fuerza F2 se transfiere por los enlaces 407 a la célula de carga 406, dando como resultado una ligera deformación de la célula de carga 406. Los medidores de tensión y otros elementos dentro de la célula de carga 406 generan señales S_{LC} correspondientes a la magnitud de esa deformación y, por tanto, a la magnitud de la fuerza F2, y emiten señales S_{LC} a través de un cable 425. En base a las señales S_{LC} , las dimensiones conocidas del brazo 20 y la configuración de los soportes 405 (como se analiza a continuación), un controlador de un sistema de llenado que incorpora el brazo 20 puede determinar el peso de un recipiente sostenido por el brazo 20. Debido a que se conoce el volumen de ese recipiente y la densidad del producto de bebida que se está dispensando, ese controlador también puede usar señales S_{LC} para determinar el grado en que se ha llenado el recipiente.
45 50 55

En al menos algunas configuraciones, la célula de carga 406 tiene un rango de 0 a 7,5 kilogramos (kg). Las células de carga son transductores de peso bien conocidos que utilizan medidores de tensión para detectar la deformación y emiten una señal indicativa de una fuerza que causa esa deformación. Las células de carga y el software de control para procesar la salida de señal de la célula de carga están disponibles comercialmente en numerosas fuentes.
60

En general, la precisión de una célula de carga aumenta si se utiliza un rango mayor de la capacidad de esa célula de carga. Por ejemplo, supongamos que el recipiente C contiene 591,471 ml (20 onzas líquidas) de producto cuando está lleno y que el producto en cuestión es leche. El peso de 591,471 ml (20 onzas líquidas) de leche es de aproximadamente 0,61 kg. Supongamos que la célula de carga 406 está dispuesta de modo que el peso medido
65

por la célula de carga 406 solo aumente en 61 kg cuando el recipiente C esté completamente lleno y que la célula de carga 406 tenga 7,5 kg de rango disponible. En este escenario, solo se usa aproximadamente el 8 % (0,61 kg/7,5 kg) de la capacidad de medición de la célula de carga 406 para medir la diferencia entre un recipiente vacío y uno lleno. Ahora supongamos que la célula de carga 406 está dispuesta de modo que la carga medida por la célula de carga 406 aumenta en 2,58 kg (factor de 4,227) a medida que el mismo recipiente C se llena con leche. En este escenario, se utilizaría aproximadamente el 34 % de la capacidad de la célula de carga 406 y se mejoraría la precisión de la medición del peso. La deformación de la célula de carga 406 también aumentaría en este segundo escenario. Sin embargo, incluso en la carga máxima, la magnitud de la deformación de la célula de carga es relativamente pequeña.

La relación entre el peso de un recipiente y su contenido y el peso experimentado por la célula de carga 406 varía en base a la posición del elemento de fulcro 409 con respecto a la pinza 415 y a los enlaces 407. Si se supone que el centro de fuerza de un recipiente y su contenido pasa a través del centro del área de agarre de las mordazas 418, y si el elemento de fulcro 409 es equidistante entre el centro de las mordazas 418 y el pasador 423 de los enlaces 407, la proporción del peso del producto lleno con el peso resultante impuesto sobre la célula de carga 406 por ese producto es de 1:1. Sin embargo, si el elemento de fulcro 409 se acerca al pasador 423, sin embargo, esa relación aumenta. En general, si la distancia entre el centro de fuerza F1 para un recipiente agarrado y su contenido y el elemento de fulcro 409 es x y la distancia entre el elemento de fulcro 409 y el pasador 423 es y, entonces la fuerza F2 impuesta en la célula de carga 406 por el peso del recipiente y su contenido es $(x/y)*F1$.

En algunas configuraciones, el brazo 20 se puede reconfigurar para alojar mejor las operaciones de llenado que den como resultado recipientes llenos que tengan diferentes pesos. En particular, los pernos 430 que sostienen los soportes 405 y el elemento de fulcro 406 pueden retirarse y los soportes 405 pueden volver a posicionarse de modo que el elemento de fulcro 409 coopere con uno diferente de los agujeros 410. En las FIGS. 7A-7C, los soportes 405 están posicionados de modo que los pernos 430 pasen a través de los agujeros en la pluma 402 a cada lado del agujero 410e y de modo que el elemento de fulcro 409 coopere con el agujero 410e. En la FIG. 7D, el soporte antiguñada 411 se ha retirado y los soportes 405 se han vuelto a posicionar en el extremo distal de la pluma 402. En esta posición, los pernos 430 pasan a través de los agujeros en la pluma 402 a cada lado del agujero 410a y el elemento de fulcro 409 coopera con el agujero 410a. Los soportes 405 se podrían posicionar de forma alternativa de modo que el elemento de fulcro 409 coopere con cualquiera de los agujeros 410a a 410f.

En algunas configuraciones, la palanca 408 y otros componentes del brazo 20 están dimensionados de modo que las proporciones de la fuerza F2 (fuerza resultante sobre la célula de carga desde el recipiente y el contenido) con la F1 (recipiente y contenido) asociada con la colocación del elemento de fulcro 409 en cada uno de los agujeros 410a a 410f sean como se expone en la Tabla 1.

Tabla 1

Agujero de la palanca 408:	Proporción (F2/F1)
410a	0,880:1
410b	1,252:1
410c	1,783:1
410d	2,645:1
410e	4,348:1
410f	8,406:1

En algunas configuraciones, se pueden añadir indicios a la palanca 408 adyacente a cada uno de los agujeros 410. Esos indicios podrían corresponder a una configuración que se introduzca en un controlador del sistema de llenado cuando se configure ese sistema de llenado para llenar un tipo particular de recipiente. Esos indicios podrían identificar también o de forma alternativa los tamaños de recipiente asociados con cada agujero 410. Adicionalmente o de forma alternativa, dichos indicios podrían incluirse también o de forma alternativa en la pluma 402 para indicar las localizaciones del soporte 405 para un tamaño de recipiente particular.

En algunas configuraciones, el brazo 20 puede incluir uno o más tapones ajustables que limiten el rango de movimiento de la palanca 408. Por ejemplo, el elevador 403 de la viga de apoyo 401 puede incluir una proyección 431 que se extienda sobre el extremo proximal de la palanca 408. Un primer perno 432 puede extenderse a través de un agujero roscado en el extremo de la proyección 431 y puede incluir una tuerca 433. El perno 432 puede ajustarse y asegurarse con la tuerca 433 de modo que un extremo del perno 432 esté separado una

distancia predeterminada por encima de la palanca 408. Si la palanca 408 se somete inadvertidamente a una fuerza hacia abajo excesiva en su extremo distal, la parte superior de la palanca 408 entrará en contacto con ese extremo del perno 432 y limitará la fuerza hacia arriba en los enlaces 407 y en la célula de carga 406. Un segundo perno 434 puede extenderse a través de un agujero roscado en el extremo del extremo proximal de la palanca 408

y puede incluir una tuerca 435. El perno 434 puede ajustarse y asegurarse con la tuerca 435 de modo que un extremo del perno 434 esté separado una distancia predeterminada por encima de la parte superior de la pluma 402. Si la palanca 408 se somete inadvertidamente a una fuerza hacia arriba excesiva en su extremo distal, el extremo del perno 434 contactará con la parte superior de la pluma 402 y limitará la fuerza hacia abajo en los enlaces 407 y en la célula de carga 406.

El brazo 20 ofrece numerosas ventajas que facilitan el uso de un único sistema de llenado para llenar una amplia gama de recipientes de bebidas con una amplia gama de tipos de productos. Al llenar un recipiente de bebidas, puede ser importante controlar la cantidad de bebida colocada en ese recipiente durante la operación de llenado. Un recipiente con poco llenado puede no ser vendible. El sobrellenado de un recipiente da como resultado un desperdicio de producto y derrames que pueden dañar el equipo de producción. Convencionalmente, se ha usado un medidor de flujo para controlar la cantidad de producto que fluye a través de una válvula de llenado mientras se llena un recipiente. Sin embargo, cuando se llenan recipientes con bebidas que tienen grandes inclusiones, los medidores de flujo existentes no son lo suficientemente precisos para monitorear el nivel de llenado del producto en un recipiente. El uso del brazo 20 para monitorear el nivel de llenado del recipiente en base al peso de un recipiente y su contenido evita el uso de un medidor de flujo para determinar el nivel de llenado. La capacidad de ajuste del brazo 20 facilita el uso de un sistema de llenado con recipientes de tamaños muy variados y para productos de densidades significativamente diferentes. Además, la colocación de la célula de carga 406 en el brazo 20 minimiza el número de componentes que deben localizarse dentro de una región aséptica.

La configuración del brazo 20 también ofrece más ventajas. En particular, la disposición de la palanca 408, los enlaces 407, la viga de apoyo 401 y otros componentes aísla la célula de carga 406 de las fuerzas ambientales no controladas, tales como impulsando un recipiente hacia dentro o hacia fuera de la pinza 415. En la configuración mostrada en las FIGS. 7A-7D, solo se transmiten fuerzas en el plano vertical a la célula de carga 406. Debido a la cantidad limitada que la célula de carga 406 se desvía bajo carga, esto efectivamente resulta en fuerzas puramente verticales sobre la célula de carga 406. Se eliminan los pares y las cargas laterales en la célula de carga 406, evitando de este modo reducciones en la precisión de la medición que pueden causar las cargas laterales o los pares. Las fuerzas verticales sobre la célula de carga 406 están limitadas a un rango seguro por los tapones de los pernos 432 y 434. El enlace 408 permanece en tensión, eliminando de este modo la reacción en el mecanismo y reduciendo las variaciones en la medición del peso.

En algunas configuraciones, un brazo de manipulación similar al brazo 20 puede modificarse para que el ajuste de la posición del elemento de fulcro sea automático. Como solo un ejemplo de dicha configuración, los soportes 405 podrían montarse en un deslizador u otro dispositivo de movimiento lineal y moverse mediante un servo u otro tipo de accionador. Se podrían usar servos adicionales para mover el elemento de fulcro dentro y fuera de su posición en la palanca 408 y para soportar la palanca 408 mientras se ajusta la posición del elemento de fulcro.

Para reducir el tiempo necesario para llenar un único recipiente y, de este modo, aumentar la velocidad de producción general, es útil llenar un recipiente con un caudal relativamente alto. Sin embargo, a medida que el nivel de producto en el recipiente se acerca al nivel deseado, es deseable reducir la velocidad a la cual el producto fluye hacia ese recipiente. En particular, un caudal más lento permite más tiempo para detener completamente el flujo del producto y, por tanto, permite un llenado más preciso al nivel deseado.

La reducción previsible del flujo a través de una válvula de llenado se vuelve más compleja si esa válvula de llenado forma parte de un sistema que está destinado a alojar tipos de productos muy variados. El flujo a través de una válvula de llenado puede reducirse cerrando parcialmente la válvula de llenado y reduciendo por tanto el tamaño de una abertura a través de la cual el producto fluye desde la válvula de llenado a un recipiente. El grado al cual una válvula de llenado debe estar parcialmente cerrada puede verse afectada por la viscosidad del producto y por la presencia de inclusiones. El tiempo en que se debe reducir el flujo puede verse afectado por el tamaño de un recipiente.

En al menos algunas configuraciones, una unidad de llenado incluye componentes que facilitan el cierre de una válvula de llenado a un punto de ajuste de bajo flujo ajustable. Por ejemplo, y como se indica anteriormente en relación con las FIGS. 3A-3F, la unidad de llenado 10 incluye un accionador 80 que forma parte de un sistema de punto de ajuste de bajo flujo. Un circuito de fluido interrumpible conecta dos cámaras del accionador 80. Al comenzar a llenar un recipiente, el accionador 70 empuja la barra transversal 92 hacia arriba para abrir la válvula de llenado 50. Al empujar hacia arriba la barra transversal 92, tira de la varilla 82 del accionador 80. Si se permite que fluya fluido entre las cámaras del accionador 80, un pistón en el accionador 80 puede moverse, permitiendo de este modo que la varilla 82 se retire del alojamiento 81. Cuando el recipiente está casi lleno, el accionador 70 comienza a cerrar la válvula de llenado 50 tirando hacia abajo de la barra transversal 92. La fuerza hacia abajo sobre la barra transversal 92 empuja la varilla 82, que a su vez empuja hacia abajo sobre el pistón del accionador 80. Inicialmente, se permite que el fluido fluya en una dirección inversa entre las cámaras del accionador 80 a medida que el pistón del accionador 80 se mueve hacia abajo en respuesta al empuje por la varilla 82. Sin embargo, cuando la válvula de llenado 50 alcanza un punto de ajuste de bajo flujo para el producto y el recipiente que se está llenando, se interrumpe el flujo de fluido entre las cámaras del accionador 80. Esto causa que el pistón del accionador 80 deje de moverse y detiene el movimiento hacia abajo de la barra transversal 92, sosteniendo de

este modo la válvula de llenado 50 en un punto de ajuste de bajo flujo en el cual la válvula 50 está solo parcialmente abierta. Una vez que el peso del recipiente y su contenido indican un llenado al nivel apropiado, se permite nuevamente el flujo entre las cámaras del accionador 80 y la válvula de llenado 50 puede moverse a una posición completamente cerrada.

5

Las FIGS. 8A a 8H son dibujos parcialmente esquemáticos de la unidad de llenado 10 que explican además el funcionamiento del sistema de punto de ajuste de bajo flujo. Las FIGS. 8A a 8H suponen una vista trasera de la unidad de llenado 10. El estante 11, el manguito de accionamiento 60, el soporte vertical 91, la barra transversal 92, el indicador óptico 121 y el sensor óptico 120 se muestran en forma simplificada. También se muestran en forma simplificada el alojamiento 71 y la varilla 72 del accionador 70 y el alojamiento 81 y la varilla 82 del accionador 80. Otros elementos de la unidad de llenado 10 mostrados en las FIGS. 3A-3G se han omitido de las FIGS. 8A a 8H para mayor comodidad.

10

Como se indica anteriormente, y como ahora es visible en las FIGS. 8A a 8H, el accionador 70 incluye un pistón 501. El pistón 501 actúa como una barrera entre las cámaras 502 y 503 en el accionador 70. Cuando el pistón 501 se mueve hacia arriba, el volumen de la cámara 502 aumenta y el volumen de la cámara 503 disminuye. Un extremo inferior de la varilla 72 está unido al pistón 501. La varilla 72 se extiende fuera del alojamiento 71 a través de una abertura sellada en una pared superior del alojamiento 71. El pistón 501 incluye sellos que evitan que el fluido pase entre las cámaras 502 y 503 más allá del borde del pistón 501. Para extender la varilla 72 desde el alojamiento 71, se puede introducir fluido a presión en la cámara 502 mientras se permite que el fluido salga de la cámara 503. Para retraer la varilla 72 dentro del alojamiento 71, se puede introducir fluido a presión en la cámara 503 mientras se permite que el fluido salga de la cámara 502. En algunas configuraciones, el accionador 70 puede ser un accionador de fluido disponible comercialmente y puede hacerse funcionar usando un aire comprimido como fluido de trabajo. Para mayor comodidad, el resto de la descripción de las FIGS. 8A-8H se referirá al fluido de trabajo del accionador 70 como aire y usará el punteado para indicar aire. En otras configuraciones, se puede usar un fluido de trabajo diferente.

15

20

25

El aire comprimido entra y sale de la cámara 502 a través de un puerto 505. El aire comprimido entra y sale de la cámara 503 a través de un puerto 506. Los accesorios 74 y 75 (FIG. 3D) pueden estar unidos a los puertos 505 y 506, respectivamente. Una válvula de control de dos posiciones 507 está conectada al puerto 506. Cuando la válvula de control 507 está en su primera posición, el puerto 506 está en comunicación fluida con una fuente de aire comprimido. Cuando la válvula de control 507 está en su segunda posición, el puerto 506 está en comunicación fluida con la atmósfera a través de una ventilación de escape restringida 508. La posición de la válvula de control 507 está controlada por un solenoide 509. Cuando el solenoide 509 no está energizado, un resorte polariza la válvula de control 507 a su segunda posición. Cuando se energiza el solenoide 509, la válvula de control 507 se mueve a su primera posición. El solenoide 509 se energiza en respuesta a una señal de control de un controlador como se describe a continuación.

30

35

Otra válvula de control de dos posiciones 517 está conectada al puerto 505. Cuando la válvula de control 517 está en su primera posición, el puerto 505 está en comunicación fluida con una fuente de aire comprimido. Cuando la válvula de control 517 está en su segunda posición, el puerto 505 está en comunicación fluida con la atmósfera a través de una ventilación de escape restringida 518. La posición de la válvula de control 517 está controlada por un solenoide 519 que recibe una señal de control de un controlador como se describe a continuación. Un resorte polariza la válvula de control 517 a su segunda posición cuando el solenoide 519 no está energizado. El solenoide energizante 519 mueve la válvula de control 517 a su primera posición.

40

45

Como se muestra además en las FIGS. 8A a 8H, el accionador 80 también incluye un pistón 551. El pistón 551 actúa como una barrera entre las cámaras 552 y 553 en el accionador 80. Cuando el pistón 551 se mueve hacia arriba, el volumen de la cámara 552 aumenta y el volumen de la cámara 553 disminuye. Un extremo inferior de la varilla 82 está unido al pistón 551. La varilla 82 se extiende fuera del alojamiento 81 a través de una abertura sellada en una pared superior del alojamiento 81. El pistón 551 incluye sellos que evitan que el fluido pase entre las cámaras 552 y 553 más allá del borde del pistón 551.

50

Una válvula de control de dos posiciones 557 está interpuesta en un circuito de fluido 560 que conecta los puertos 555 y 556 del accionador 80. Los accesorios 84 y 85 (FIG. 3C) pueden estar unidos a los puertos 555 y 556, respectivamente. Cuando la válvula de control 557 está en su primera posición, el circuito de fluido 560 está bloqueado y el aceite no puede fluir entre las cámaras 552 y 553. Cuando la válvula de control 557 está en su segunda posición, el circuito de fluido 560 se desbloquea y el aceite puede fluir entre las cámaras 552 y 553. La posición de la válvula de control 557 está controlada por un solenoide 559 que recibe una señal de control de un controlador como se describe a continuación. Un resorte polariza la válvula de control 557 a su segunda posición cuando el solenoide 559 no está energizado. El solenoide energizante 559 mueve la válvula de control 557 a su primera posición. Una válvula de suministro cargada con resorte 561 conecta el circuito de fluido 560 a una fuente alimentada por gravedad 562 de aceite para mantener el nivel de fluido en el circuito 560.

55

60

Para retirar la varilla 82 del alojamiento 81, se permite que el fluido entre en la cámara 552 mientras que se permite que el fluido salga de la cámara 553. Para permitir el empuje de la varilla 82 dentro del alojamiento 81, se permite

65

que el fluido entre en la cámara 553 mientras que se permite que el fluido fluya desde la cámara 552. En algunas configuraciones, el accionador 80 puede ser un accionador de fluido disponible comercialmente y puede hacerse funcionar usando un líquido (por ejemplo, aceite de silicona de grado alimenticio). Por conveniencia, el resto de la descripción de las FIGS. 8A-8H se referirá al fluido de trabajo del accionador 80 como aceite y usará sombreado para indicar lo mismo. En otras configuraciones, se puede usar un fluido de trabajo diferente. El fluido usado en conexión con el accionador 80 puede seleccionarse en base a la viscosidad para controlar la velocidad con la cual la varilla 82 puede extraerse o empujarse dentro del alojamiento 81.

La FIG. 8A muestra la unidad de llenado 10 en un tiempo T1. En el tiempo T1, la válvula de llenado 50 está cerrada y la lanzadera 200 está en la parte inferior de su carrera (como se muestra en la FIG. 4A). El tiempo T1 puede ser un tiempo después de que se completa el llenado de un recipiente y antes de comenzar el llenado del siguiente recipiente. Los pistones 501 y 551 están en la parte inferior de sus carreras dentro de los alojamientos 71 y 81, respectivamente. Los solenoides 509, 519 y 559 no están energizados y, por tanto, cada una de las válvulas de control 507, 517 y 557 está en su segunda posición (las cámaras 502 y 503 ventiladas a la atmósfera, el circuito de fluido 560 desbloqueado). El sensor óptico 121 está generando una señal de detección en respuesta al indicador 120 que está localizado en el sensor 121. Sin embargo, en esta etapa de la operación de la unidad de llenado 10, el controlador no realiza ninguna acción en base a la señal de detección.

La FIG. 8B muestra la unidad de llenado 10 a una hora T2 después de la hora T1. En la hora T2, la unidad de llenado 10 comienza a abrir la válvula de llenado 50. El solenoide 519 se energiza en respuesta a una señal del controlador y mueve la válvula de control 517 a su primera posición (conectando la cámara 502 a la fuente de aire comprimido). El solenoide 509 no está energizado y la válvula de control 507 permanece en su segunda posición (cámara de ventilación 503 a la atmósfera). El solenoide 559 tampoco está energizado y la válvula de control 557 permanece en su segunda posición (circuito de fluido 560 desbloqueado). El aire comprimido comienza a fluir hacia la cámara 502 y empuja el pistón 501 hacia arriba. Esto empuja la varilla 72 hacia arriba y fuera del alojamiento 71, con la varilla 71 empujando la barra transversal 92 hacia arriba. Debido a que la barra transversal 92 está acoplada a la lanzadera 200 a través del soporte vertical 91 y el manguito de accionamiento 60, el movimiento hacia arriba de la barra transversal 92 da como resultado un movimiento hacia arriba de la lanzadera 200 y la abertura de la válvula de llenado 50. Debido a que el indicador óptico 120 todavía está dentro del sensor óptico 121, el sensor 121 continúa generando una señal de detección. Sin embargo, en esta etapa de la operación de la unidad de llenado 10, el controlador no realiza ninguna acción en base a la señal de detección.

Debido a que el circuito de fluido 560 está desbloqueado, el aceite puede fluir entre las cámaras 552 y 553 del accionador 80. La fuerza hacia arriba sobre la barra transversal 92 desde la varilla 72 del accionador 70 causa que la barra transversal 92 tire de la varilla 82 del accionador 80. Esa fuerza de tracción sobre la varilla 82 causa un movimiento hacia arriba del pistón 551 cuando la varilla 82 se tira del alojamiento 81. El movimiento del pistón 551 causa que el aceite fluya desde la cámara 553 a medida que su volumen disminuye y hacia la cámara 552 a medida que aumenta su volumen.

Por conveniencia, la FIG. 8B incluye flechas cerca de los puertos 505 y 506 que indican la dirección del flujo de aire. De forma similar, las flechas cerca de los puertos 555 y 556 indican la dirección del flujo de aceite. Una flecha posicionada cerca de la parte superior del soporte vertical 91 indica la dirección en la cual la barra transversal 92 y sus componentes acoplados (los pistones 501 y 551, las varillas 72 y 82, el indicador óptico 120, el soporte vertical 91 y el manguito de accionamiento 60 (y, por tanto, la lanzadera 200)) están en movimiento.

La FIG. 8C muestra la unidad de llenado 10 a una hora T3 después de la hora T2. A la hora T2, la válvula de llenado 10 está completamente abierta y la lanzadera 200 está en la parte superior de su carrera. El solenoide 519 permanece energizado en respuesta a una señal del controlador y mantiene la válvula de control 517 en su primera posición (conectando la cámara 502 a una fuente de aire comprimido). El solenoide 509 permanece no energizado y la válvula de control 507 permanece en su segunda posición (cámara de ventilación 503 a la atmósfera). El solenoide 559 también permanece energizado y la válvula de control 557 está en su segunda posición (circuito de fluido 560 desbloqueado). El movimiento hacia arriba de la barra transversal 92 y sus componentes acoplados se detiene por la varilla ajustable 110 (FIG. 3F). Debido a que el pistón 501 ya no se mueve, el flujo de aire a través de los puertos 505 y 506 se ha detenido a pesar de que la válvula de control 517 está en su primera posición y la válvula de control 507 está en su segunda posición. De forma similar, y aunque el circuito de fluido 560 está desbloqueado, el flujo de aceite a través de los puertos 555 y 556 se ha detenido porque el pistón 551 ya no se mueve. El indicador óptico 120 ha salido del sensor óptico 121 y el sensor 121 ya no está enviando una señal de detección.

La FIG. 8D muestra la unidad de llenado 10 a una hora T4 después de la hora T3. Entre la hora T3 y la hora T4, una o más señales S_{LC} generadas desde la célula de carga 406 del brazo 20 indicaron al controlador que el peso del recipiente que se estaba llenando y su contenido habían alcanzado un nivel correspondiente a un nivel de llenado predeterminado "casi lleno" para el recipiente. A la hora T4, y en respuesta a la indicación "casi llena", el controlador envía una señal que energiza el solenoide 509 y deja de enviar la señal que energiza el solenoide 519. Esto causa el movimiento de la válvula de control 507 a su primera posición (conectar la cámara 503 a una fuente

de aire comprimido) y el retorno de la válvula de control 517 a su segunda posición (ventilar la cámara 502 a la atmósfera). El solenoide 559 permanece no energizado y el circuito de fluido 560 permanece desbloqueado.

Como resultado del aire comprimido que fluye hacia la cámara 503 y del aire que sale de la cámara 502, y debido a que el aceite puede fluir en el circuito de fluido 560, el pistón 501 se mueve hacia abajo. Este tira de la varilla 72 y de la barra transversal 92 hacia abajo. El movimiento hacia abajo de la barra transversal 92 da como resultado el movimiento hacia abajo del soporte vertical 91, el manguito de accionamiento 60 y la lanzadera 200, así como el movimiento hacia abajo de la varilla 82 y el pistón 551. Las flechas cerca de los puertos 505 y 506 indican la dirección del flujo de aire. Las flechas cerca de los puertos 555 y 556 indican la dirección del flujo de aceite. Una flecha posicionada cerca de la parte superior del soporte vertical 91 indica la dirección en la cual se están moviendo la barra transversal 92 y sus componentes acoplados.

La FIG. 8E muestra la unidad de llenado 10 a una hora T5 después de la hora T4. La barra transversal 92 y sus componentes acoplados continúan moviéndose hacia abajo. El solenoide 509 permanece energizado y los solenoides 519 y 559 permanecen sin energía. El aire y el aceite continúan fluyendo en las direcciones indicadas.

La FIG. 8F muestra la unidad de llenado 10 a una hora T6 después de la hora T5. El movimiento hacia abajo de la barra transversal 92 ha causado que el indicador óptico 120 alcance un punto donde se detecte por el sensor 121. Esto causa que el sensor óptico 121 envíe una señal de detección al controlador. En respuesta a la señal de detección, el controlador envía un solenoide de energización de señal 559. Esto causa el movimiento de la válvula de control 557 a su primera posición (bloqueo del circuito de fluido 560). El solenoide 509 permanece energizado y el solenoide 519 permanece no energizado. Debido a que el aceite ya no puede fluir en el circuito de fluido 560, el aceite ya no puede moverse entre las cámaras 552 y 553. Como resultado, se detiene el movimiento del pistón 551. Esto hace que la varilla 82, la barra transversal 92 y otros componentes acoplados a la barra transversal 92 dejen de moverse. Aunque la válvula de control 507 está en su primera posición (cámara de conexión 503 a la fuente de aire comprimido) y la válvula de control 517 está en su segunda posición (cámara de ventilación 502 a la atmósfera), el pistón 501 se mantiene en su lugar gracias a su acoplamiento a la barra transversal 92, y el aire no fluye dentro o fuera del accionador 70.

La posición de la lanzadera 200 a la hora T6 corresponde a un punto de ajuste de bajo flujo. Cuando la lanzadera 200 está en esta posición, el flujo del producto de bebida a través de la abertura 49 está parcialmente obstruido, reduciéndose la velocidad a la que fluye el producto desde la abertura 49 a un recipiente. El punto de ajuste de bajo flujo variará en base al tipo de bebida y puede variar en base al tipo de recipiente. Por ejemplo, un primer punto de ajuste de bajo flujo correspondiente a un producto menos viscoso sin inclusiones puede colocar la lanzadera 200 en una primera posición que cierre casi por completo la abertura 49. Un segundo punto de ajuste de bajo flujo correspondiente a un producto que sea más viscoso y/o que tenga inclusiones puede colocar la lanzadera 200 en una segunda posición que obstruya parcialmente la abertura 49, pero en menor grado que la primera posición.

El sistema descrito anteriormente permite un ajuste simple del punto de ajuste de bajo flujo. En particular, las localizaciones del sensor óptico 121 y del indicador 120 controlan cuándo se detiene el movimiento hacia abajo del manguito de accionamiento 60. Al mover el sensor óptico 121 hacia arriba o hacia abajo (y/o ajustar la posición del indicador 120 en la barra transversal 92 relativa), se puede cambiar el punto de ajuste de bajo flujo.

En algunas configuraciones, el punto de ajuste de bajo flujo se controla sin el uso de un sensor óptico. En cambio, el controlador inicia un temporizador cuando se recibe una indicación "casi llena". El temporizador se establece en un valor que representa el tiempo necesario, después de enviar una señal de control para energizar el solenoide 509 (y el cese concomitante del solenoide de energización de señal de control 519), para que el manguito 60 se desplace hacia abajo a la posición del punto de ajuste de bajo flujo. El valor del temporizador se puede determinar fácilmente realizando varias ejecuciones de prueba de la unidad de llenado 10 con el producto en cuestión y registrando el tiempo requerido para alcanzar el punto de ajuste de bajo flujo. Ese valor de tiempo podría usarse para esa unidad de llenado y para otras unidades de llenado en un sistema de llenado.

La FIG. 8G muestra la unidad de llenado 10 a una hora T7 después de T6. Una o más señales_{LC} emitidas desde la célula de carga 406 del brazo 20 han indicado al controlador que el peso del recipiente que se está llenando y su contenido han alcanzado un valor correspondiente a un recipiente completamente lleno. En respuesta a la indicación "completa", el controlador deja de enviar una señal para energizar el solenoide 559. Esto causa el movimiento de la válvula de control 557 a su segunda posición (desbloqueo del circuito de fluido 560). El controlador continúa enviando un solenoide de energización de señal 509, manteniendo de este modo la válvula de control 507 en su primera posición (conectando la cámara 503 a una fuente de aire comprimido). El solenoide 519 no está energizado y la válvula de control 517 está en su segunda posición (cámara de ventilación 502 a la atmósfera). Debido a que el aceite ahora puede fluir desde la cámara 553 a la cámara 552, se reanuda el movimiento hacia abajo de los pistones 501 y 551 y sus componentes acoplados (incluyendo la lanzadera 200).

La FIG. 8H muestra la unidad de llenado 10 en una hora T8 después de T7. A la hora T8, la válvula de llenado 50 está completamente cerrada. La señal del solenoide de energización del controlador 509 ahora puede suspenderse

para devolver la unidad de llenado 10 a la condición mostrada en la FIG. 8A. Las operaciones mostradas en las FIGS. 8B a 8H se pueden repetir luego cuando el siguiente recipiente esté en posición para el llenado. En algunas configuraciones, el controlador continúa enviando un solenoide de energización de señal 509 hasta que sea tiempo de abrir nuevamente la válvula de llenado 50.

5

Las FIGS. 8I a 8P son vistas traseras parcialmente esquemáticas de una unidad de llenado que incorpora un sistema de punto de ajuste de bajo flujo de acuerdo con otra configuración. La unidad de llenado de las FIGS. 8I-8P es similar a la unidad de llenado 10 mostrada en las FIGS. 8A-8H. En la configuración de las FIGS. 8I-8P, sin embargo, el cilindro 80 se ha reemplazado por un cilindro 80'. El cilindro 80' es similar al cilindro 80, con el alojamiento 81', la varilla 82', el pistón 551', los puertos 555' y 556', la cámara 552' y la cámara 553' siendo respectivamente similares al alojamiento 81, la varilla 82, el pistón 551, los puertos 555 y 556, la cámara 552 y la cámara 553 del cilindro 80.

10

Sin embargo, el circuito de fluido 560 se ha reemplazado. La cámara 552', a través del puerto 555', está conectada a un depósito de aceite 581 por dos trayectorias. La primera trayectoria incluye una válvula de retención 583. La segunda trayectoria incluye una válvula de control 557' que es similar a la válvula de control 557 y un orificio de restricción de flujo 582. La válvula de control 557' tiene una primera posición en la cual se bloquea el flujo y una segunda posición en la cual se desbloquea el flujo. La posición de la válvula de control 557' está controlada por un solenoide 559' que recibe una señal de control de un controlador como se describe a continuación. Un resorte polariza la válvula de control 557' a su segunda posición cuando el solenoide 559' no está energizado. El solenoide energizante 559' mueve la válvula de control 557' a su primera posición.

15

20

La cámara 553' está conectada, a través del puerto 556', a la parte superior del depósito de aceite 581. En la configuración de las FIGS. 8I-8P, el aceite fluye entre la cámara inferior 552' y el depósito de aceite 581. La cámara 553' contiene aire y solo una pequeña cantidad de aceite para sellar y lubricar. La cámara 553' está conectada al depósito de aceite 581 de modo que cualquier aceite que se pueda expulsar a través del puerto 556' pueda retornar al depósito de aceite 581. La porción superior del depósito de aceite 581 se ventila a la atmósfera. El aceite usado en la configuración de las FIGS. 8I-8P también puede ser aceite de silicona de grado alimenticio.

25

La válvula de retención 583 permite el flujo del depósito de aceite 581 a la cámara 552' cuando el pistón 551' se mueve hacia arriba, pero bloquea el flujo en la otra dirección cuando el pistón 551' se mueve hacia abajo. El orificio 582 permite el flujo en cualquier dirección, pero restringe ese flujo. De esta manera, el orificio 582 ralentiza el movimiento hacia abajo del pistón 551'. Esto ralentiza el movimiento hacia abajo de la lanzadera 200 para evitar que el tapón 225 se estrelle contra la salida 49 y cause un desgaste prematuro. Cuando se abre la válvula 50, la válvula de retención 583 permite que el aceite pase por alto el agujero 582 para permitir que la lanzadera se eleve más rápidamente.

30

35

Las mismas señales de control usadas en la configuración de las FIGS. 8A-8H pueden usarse en la configuración de las FIGS. 8I-8P para lograr los mismos movimientos de la válvula. En la FIG. 8I (hora T1), la válvula de llenado 50 está cerrada, la lanzadera 200 está en la parte inferior de su carrera, los pistones 501 y 551' están en la parte inferior de sus carreras, y los solenoides 509, 519 y 559' no están energizados. El sensor óptico 121 está generando una señal de detección en respuesta al indicador 120 que está localizado en el sensor 121. En esta etapa de la operación de la unidad de llenado, sin embargo, el controlador no realiza ninguna acción en base a la señal de detección.

40

45

A la hora T2 (FIG. 8J), la unidad de llenado comienza a abrir la válvula de llenado 50. El solenoide 519 se energiza en respuesta a una señal de un controlador. El solenoide 509 no está energizado. El solenoide 559' no está energizado y la válvula de control 557' permanece en su segunda posición (desbloqueada). El aceite fluye desde el depósito 581 al volumen creciente de la cámara 552' a medida que el pistón 552' se mueve hacia arriba. Ese aceite fluye a través de la válvula de retención 583 y, en menor medida, a través del agujero 582 y la válvula de control 557'.

50

A la hora T3 (FIG. 8K), la válvula de llenado está completamente abierta y la lanzadera 200 está en la parte superior de su carrera. El solenoide 519 permanece energizado en respuesta a una señal del controlador. El solenoide 509 permanece no energizado. El solenoide 559' también permanece energizado y la válvula de control 557' está en su segunda posición (desbloqueada). Debido a que los pistones 501 y 551' ya no se mueven, el flujo de aire y aceite se ha detenido. El indicador óptico 120 ha salido del sensor óptico 121 y el sensor 121 ya no está enviando una señal de detección.

55

A la hora T4 (FIG. 8L), en respuesta a una indicación "casi llena", el controlador envía una señal que energiza el solenoide 509 y deja de enviar la señal que energiza el solenoide 519. El solenoide 559' permanece no energizado y la válvula de control 557' permanece en su posición desbloqueada. El aceite fluye al depósito de aceite 581 desde la cámara 552', pero solo a través de la válvula de control 557' y el agujero 582.

60

A la hora T5 (FIG. 8M), el solenoide 509 permanece energizado y los solenoides 519 y 559' permanecen no energizados. El aire y el aceite continúan fluyendo en las direcciones indicadas.

En el tiempo T6 (FIG. 8N), la válvula 50 ha alcanzado su punto de ajuste de bajo flujo y el sensor óptico 121 para enviar una señal de detección al controlador. En respuesta, el controlador envía un solenoide energizante de señal 559'. Esto causa el movimiento de la válvula de control 557' a su primera posición (bloqueo del flujo de fluido). El solenoide 509 permanece energizado y el solenoide 519 permanece no energizado. Como el aceite ya no puede fluir desde la cámara 552' al depósito de aceite 581, se detiene el movimiento del pistón 551'.

A la hora T7 (FIG. 8O), el controlador ha recibido una indicación "completa" y deja de enviar una señal para energizar el solenoide 559'. Esto causa el movimiento de la válvula de control 557' a su segunda posición (desbloqueada). El controlador continúa enviando una señal que energiza el solenoide 509. El solenoide 519 está no energizado. Como el aceite ahora puede fluir desde la cámara 552' al depósito de aceite 581, se reanuda el movimiento hacia abajo de los pistones 501 y 551'.

A la hora T8 (la FIG. 8P), la válvula de llenado 50 está completamente cerrada. La señal desde el controlador que energiza el solenoide 509 ahora puede suspenderse para que la unidad de llenado de retorno vuelva a la condición mostrada en la FIG. 8I.

Como se indica anteriormente, en algunas configuraciones, la unidad de llenado 10 se usa en un sistema de llenado que puede llenar recipientes con múltiples tipos de productos de bebidas. Esos productos pueden tener una amplia gama de viscosidades y pueden comprender o no inclusiones. Para alojar productos con inclusiones más grandes, la abertura 49 de la válvula de llenado 50 está dimensionada para que esas inclusiones puedan pasar. Por ejemplo, la abertura 49 del vaso acumulador 53 puede tener un ancho de aproximadamente 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas). Sin embargo, una abertura dimensionada para pasar inclusiones más grandes (por ejemplo, cubos de 10 mm) puede dar como resultado caudales indeseablemente altos para productos que carezcan de inclusiones y/o que sean menos viscosos. En algunas configuraciones, un sistema de llenado que incluya la válvula de llenado 50 también puede incluir un sistema de control de presión que mantenga una presión deseada en una localización en ese sistema de llenado. Esa localización puede estar en el depósito de producto que suministra una o más válvulas de llenado, o puede estar en una trayectoria de flujo desde ese depósito. Para algunos productos, la presión deseada puede estar por encima de la presión atmosférica para impulsar el flujo del producto a través de las válvulas de llenado. Para otros productos, la presión deseada puede ser subatmosférica (es decir, un vacío) para disminuir el flujo del producto a través de las válvulas de llenado. Como se usa en el presente documento, "atmosférica", "presión atmosférica" y "presión atmosférica ambiente" se refieren a una presión ambiente en los espacios que rodean el sistema de llenado, incluido el espacio en la salida de la(s) válvula(s) de llenado.

La FIG. 9A es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de control de presión 600 de acuerdo con al menos algunos modos de realización de acuerdo con la invención. La porción de sistema de llenado mostrada en la FIG. 9A podría formar parte de un sistema de llenado tal como el sistema de llenado 40 mostrado en la FIG. 2 e incluir la válvula de llenado 50. Debido a que la válvula de llenado 50 se muestra simbólicamente como un rectángulo en la FIG. 9A, las localizaciones de la(s) tubería(s) de recirculación 13 se indica(n) con fines de orientación. Como se muestra en líneas discontinuas irregulares, se pueden incluir válvulas de llenado 50 adicionales en paralelo. A lo largo de la descripción restante de las FIGS. 9A y 9B, "válvula(s) de llenado 50" indica que están presentes entre 1 y n válvulas de llenado 50, donde n es un número arbitrario (por ejemplo, 72 para el sistema de llenado 40 de la FIG. 2). La(s) tubería(s) de recirculación 13 de las válvulas de llenado 50 están conectadas a un sistema de recirculación de producto. Ese sistema de recirculación de producto se analiza además en relación con la FIG. 9B.

La(s) válvula(s) de llenado 50 está(n) conectada(s) al depósito de producto 601. Un interior del depósito 601 tiene una capacidad para contener una cantidad de producto de bebida que es mayor que los volúmenes combinados de múltiples recipientes que se llenan. El interior del alojamiento para cada una de la(s) válvula(s) de llenado 50 está en comunicación fluida con el interior del depósito de producto 601. Un transductor de presión (PT) 602 está localizado en una trayectoria de fluido entre el depósito 601 y la(s) válvula(s) de llenado 50. En algunas configuraciones, el transductor de presión 602 puede estar localizado dentro del depósito 601, por ejemplo, en una región inferior del interior del depósito 601 cerca de una salida que conduce a la(s) válvula(s) de llenado 50. El transductor de presión 602 envía señales S_{PT} a un controlador. Aunque no se muestra en la FIG. 9A, el controlador forma parte del subsistema de control de presión 600 (y otros sistemas descritos en el presente documento) y se analiza a continuación en relación con la FIG. 10. Las señales S_{PT} son indicativas de presiones detectadas a diversas horas por el transductor 602 en la trayectoria de fluido entre el depósito 601 y la(s) válvula(s) de llenado 50. Un transductor de nivel (LT) 603 está localizado dentro del depósito 601 y emite señales SLT al controlador, y las señales SLT son indicativas de los niveles de fluido dentro del depósito 601 en diversos momentos.

El depósito 601 se llena con el producto de bebida a través de una entrada de suministro 606. La entrada de suministro 606 puede recibir producto de bebida de un pasteurizador o esterilizador, como se describe en relación con la FIG. 9B.

El sistema de control de presión de depósito 600 está conectado al interior del depósito 601 por una línea de control de presión de depósito 607. La línea 607, así como otras líneas descritas en relación con el sistema 600, pueden incluir una o más tuberías, tubos u otro tipo de conducto capaz de contener fluido presurizado y, para algunas porciones del sistema 600, mantener un vacío sin colapsarse. El fluido de trabajo del sistema de control de presurización de depósito 600 puede ser un gas o una mezcla de gases, por ejemplo, aire, nitrógeno, dióxido de carbono, etc. Al ajustar la presión de un fluido en la línea 607, la presión dentro del depósito 601 (y en localizaciones en una trayectoria de flujo desde el depósito 601) puede controlarse. La línea 607 puede incluir un rompedor de vacío 608 para evitar el colapso del depósito como resultado de un alto vacío inadvertido, así como una válvula de alivio 609 para evitar daños al sistema por sobrepresión accidental en la línea 607.

Una primera rama de la línea 607 está conectada a una salida de una válvula de control de presión 610. La válvula de control de presión 610 se abre y cierra selectivamente mediante un transductor de corriente a presión (I/P) 611. El lado de entrada de la válvula de control de presión 610 está conectado por líneas adicionales a una fuente 618 de aire a presión (u otra fuente de fluido de trabajo a presión). Incluidos en esas líneas que conectan la válvula de control de presión 610 y la fuente 618 pueden estar una válvula de asiento angular 614, filtros 615 y 616, y una válvula manual 617. Los filtros 615 y 616 pueden ser filtros de 0,2 micrones e incluirse para evitar que microorganismos u otros contaminantes entren en el depósito 601. Para operaciones de llenado aséptico, los filtros 615 y 616 pueden ser filtros HEPA/ULPA esterilizables. La válvula manual 617 puede usarse para aislar el sistema 600 de la fuente 618. La válvula de asiento angular 614 también se puede usar para aislar el sistema 600 de la fuente 618, pero manteniendo los filtros 615 y 616 presurizados. Una válvula de asiento angular 612 conecta las porciones del sistema 600 entre la fuente 618 y el lado de entrada de la válvula 610 a un drenaje 613.

Una segunda rama de la línea de control de presión de depósito 607 está conectada al lado de entrada de una bomba de vacío 622. La salida de la bomba de vacío 622 está conectada a un drenaje 623. Se puede incluir una válvula de asiento angular 620 en las líneas que conectan la bomba de vacío 622 a la línea 607. Un orificio de alivio de vacío ajustable 621 (por ejemplo, una válvula de aguja) está conectado a la trayectoria de fluido entre la válvula de asiento angular 620 y la bomba de vacío 622.

El transductor de presión 602, el transductor de nivel 603, el rompedor de vacío 608, la válvula de alivio 609, la válvula de control de presión 610, el transductor de corriente a presión 611, las válvulas de asiento angular 612, 614 y 620, los filtros 615 y 616, la válvula manual 617, el orificio de vacío 621 y la bomba de vacío 622 pueden ser componentes convencionales disponibles comercialmente. En consecuencia, y excepto con respecto a su uso en los sistemas descritos en el presente documento, no se proporcionan detalles adicionales de estos componentes.

La presión en la línea 607 se ajusta para mantener una presión P_{Objetivo} en una localización correspondiente al transductor de presión 602 en o cerca (por ejemplo, +/-1 psi, +/-0,05 psi, etc.) P_{Objetivo} . Como se indica anteriormente, esa localización es entre el depósito 601 y la(s) válvula(s) de llenado 50 en la FIG. 9A. En otras configuraciones, esa localización puede estar dentro del depósito 601 o en otra parte en una trayectoria de flujo desde el depósito 601. Esa presión P_{Objetivo} puede ser una presión subatmosférica (un vacío), puede ser una presión atmosférica o puede ser una presión por encima de la presión atmosférica. Debido a la presión del cabezal del contenido del depósito 601, la presión real en la línea 607 puede ser menor que la presión medida por el transductor 602. No obstante, la reducción de la presión en la línea 607 reduce las presiones entre el depósito 601 y la(s) válvula(s) de llenado 50 y el aumento de la presión en la línea 607 aumenta la presión entre el depósito 601 y la(s) válvula(s) de llenado 50.

La bomba de vacío 622 extrae fluido de la línea 607 para generar una presión subatmosférica (es decir, vacío) en esa línea. La válvula 610 se puede abrir para permitir que el fluido presurizado desde su lado de entrada fluya hacia su lado de salida. Dependiendo del grado al cual se abra la válvula 610, la salida de la válvula 610 puede reducir una presión subatmosférica en la línea 607, neutralizar una presión subatmosférica en la línea 607 para llevar la presión de la línea 607 a la atmósfera o superar una presión atmosférica creada en la línea 607 por la bomba de vacío 622 para llevar la presión de la línea 607 por encima de la atmosférica. El controlador recibe señales S_{PT} del transductor de presión 602. Usando un algoritmo de control descrito a continuación en relación con la FIG. 11C, y en base a las señales recibidas S_{PT} y los parámetros de control previamente establecidos, el controlador emite señales S_{PC} al transductor 611. En respuesta a esas señales S_{PC} , el transductor 611 abre la válvula de control de presión 610 para superar más de la presión subatmosférica creada por la bomba 622 (aumentando de este modo la presión en la línea 607) o cierra la válvula de control 610 para superar menos presión subatmosférica creada por la bomba 622 (disminuyendo de este modo la presión en la línea 607).

Cada una de las válvulas de asiento angular 612, 614 y 620 normalmente está completamente abierta o completamente cerrada. Cada una de estas válvulas de asiento angular es accionable por un solenoide (o accionador neumático controlado por solenoide), no mostrado, en respuesta a una señal del controlador. El controlador envía una señal para mantener abierta la válvula de asiento angular 614 mientras el sistema 600 está en funcionamiento y deja de enviar esa señal cuando el sistema 600 no está funcionando o si es necesario cortar el flujo de alta presión por alguna razón. El controlador envía una señal para mantener abierta la válvula de asiento angular 620 mientras el sistema está en funcionamiento y deja de enviar esa señal cuando el sistema no está funcionando o si es necesario aislar el lado de vacío del lado de presión por alguna razón. La válvula de asiento

angular 612 permanece cerrada durante la operación; el controlador puede enviar una señal para abrir la válvula 612 si es necesario descargar aire desde el lado de alta presión.

5 El uso de la fuente de fluido comprimido 618 y la bomba de vacío 622 para ajustar la presión permite un mejor control, especialmente cuando es necesario mantener el vacío en la línea 607. En funcionamiento, las válvulas 617, 614 y 620 pueden abrirse, la válvula 612 cerrarse y la bomba de vacío 622 energizarse antes de abrir cualquiera de la(s) válvula(s) 50. Con la válvula de control de presión 610 ajustada en el medio de su rango operativo óptimo, el orificio 621 puede ajustarse de modo que la presión detectada por el transductor 602 esté en P_{Objetivo}. El controlador puede comenzar entonces a ejecutar un algoritmo de control de presión como se describe a continuación y comenzar las operaciones de llenado con la(s) válvula(s) 50.

15 Un P_{Objetivo} deseable dependerá del producto de bebida en cuestión y, en particular, de la viscosidad de ese producto. Se puede determinar un P_{Objetivo} deseado para un producto de bebida en particular realizando un número limitado de pruebas (por ejemplo, a intervalos de 0,1 psia entre 14 psia y 15,5 psia) para mapear la presión de entrada de una válvula de llenado 50 contra el caudal a través de una salida 49 de esa válvula de llenado 50 para el producto en cuestión. Se puede seleccionar un caudal deseado y luego usar la presión correspondiente. Entonces se puede realizar una prueba completa del sistema para ajustar esa presión para tener en cuenta la(s) múltiple (s) válvula(s) de llenado 50 que reciba(n) el producto del depósito.

20 En el modo de realización del sistema 600 mostrado en la FIG. 9A, la salida de la válvula de control de presión 610 y la entrada de la bomba de vacío 622 están conectadas a la línea de control de presión 607. Como se puede apreciar de la FIG. 9A, la línea 607 y el interior del depósito 601 forman un espacio de fluido común. En otros modos de realización, la salida de una válvula de control de presión y la entrada de una bomba de vacío (u otra fuente de vacío) pueden conectarse a una configuración diferente de líneas que formen un espacio de fluido común que incluya un interior del depósito.

25 El depósito 601 está sellado y puede mantenerse a una presión superior, igual o inferior a la presión atmosférica. En algunos modos de realización, el depósito 601 puede ventilarse a la atmósfera y las operaciones de llenado pueden realizarse en un modo abierto a la atmósfera.

30 Al realizar operaciones de llenado en caliente, la temperatura de un producto de bebida en un depósito se eleva para evitar el crecimiento de microorganismos tanto en el producto como en un recipiente lleno con ese producto. Por ejemplo, ese producto calentado puede ayudar a esterilizar el interior del recipiente. En algunas operaciones de llenado, un recipiente se invierte después de haberse llenado con producto calentado y tapado con un cierre. El producto calentado dentro del recipiente luego esteriliza las superficies internas del cierre.

35 Durante las operaciones de llenado en caliente, es deseable mantener la temperatura de los componentes internos de la válvula de llenado 50 cerca de la temperatura elevada del depósito. Si la temperatura de la válvula de llenado cae demasiado, la temperatura del producto dispensado en un recipiente puede ser demasiado baja. Si el flujo del producto se detiene por completo cuando la válvula de llenado 50 está cerrada, los componentes internos de la válvula de llenado 50 pueden enfriarse mientras la válvula de llenado está esperando para comenzar la próxima operación de llenado del recipiente. Por ejemplo, y como se explica anteriormente en relación con la FIG. 2, una válvula de llenado 50 se puede localizar en un carrusel que rote continuamente y dispensar el producto de bebida en un recipiente mientras que la válvula de llenado 50 se mueve entre las localizaciones de las 6 en punto y las 12 en punto. Mientras que la válvula de llenado 50 se mueve entre las localizaciones de las 12 en punto y las 6 en punto para recibir otro recipiente y comenzar una nueva operación de llenado, el producto no fluye desde la salida 49 de esa válvula de llenado 50.

40 Para evitar el enfriamiento excesivo de una válvula de llenado durante los momentos en que la válvula de cierre está cerrada, se sabe que hace recircular una pequeña cantidad de producto calentado a través de esa válvula de llenado y de regreso a un tanque de producto. Sin embargo, para muchos tipos de productos, la recirculación excesiva puede degradar la calidad del producto. En consecuencia, el flujo de recirculación debería ser suficiente para mantener caliente la válvula de llenado, pero a un caudal muy reducido en relación con el flujo a través de la válvula de llenado cuando la válvula de llenado está abierta.

45 Como se indica anteriormente, la válvula de llenado 50 puede usarse para llenar recipientes con una amplia variedad de productos de bebidas. Algunos de esos productos pueden tener inclusiones relativamente grandes. Para hacer recircular el producto que tiene grandes inclusiones, se necesitan pasos de fluido relativamente grandes. Por ejemplo, para hacer recircular un producto de bebida que tenga inclusiones de 10 mm x 10 mm x 10 mm, es deseable que un paso de flujo tenga un ancho de al menos 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas) (por ejemplo, un diámetro de 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas) para un paso redondo). Sin embargo, para bebidas de baja viscosidad sin inclusiones, modificar simplemente un sistema de recirculación de producto convencional para incluir pasos de ese tamaño daría como resultado velocidades de flujo de recirculación indeseablemente altas para productos de baja viscosidad con inclusiones más pequeñas (o nulas).

50

55

60

65

En algunos modos de realización, un sistema de llenado puede incluir un sistema de recirculación de producto que puede hacer recircular productos de gran inclusión, pero que también puede hacer recircular otros productos sin hacerlo a velocidades de flujo indeseablemente altas. El flujo a través de ese sistema de recirculación se controla mediante un medidor de flujo. En base a la salida de ese medidor de flujo, el flujo dentro del sistema de recirculación puede ajustarse y mantenerse a un nivel predefinido.

La FIG. 9B es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de recirculación de producto 650 de acuerdo con al menos algunos modos de realización. La FIG. 9B es una extensión de la FIG. 9A y muestra otra porción del mismo sistema de llenado de recipientes de bebidas.

Una trayectoria de flujo del sistema de recirculación de producto 650 incluye una bomba de desplazamiento positivo de velocidad variable 651 equipada con un accionamiento de frecuencia variable (VFD) 652. Una entrada de la bomba 651 está conectada al(a los) tubo(s) de recirculación 13 de la(s) válvula(s) de llenado 50. Una salida de la bomba 651 fluye a un tanque de equilibrio 655. Un medidor de flujo 653 está localizado en una porción de la trayectoria de flujo entre la salida de la bomba 651 y el tanque de equilibrio 655. El medidor de flujo 653, que puede incluir un medidor de flujo másico y un transmisor de flujo u otro tipo de transductor, emite señales S_{RFM} indicativas de caudales a través del medidor de flujo 653 y, por tanto, a través de la trayectoria de flujo del sistema de recirculación de producto 650. Un enfriador instantáneo u otro intercambiador de calor 654 puede estar localizado en la trayectoria de flujo del sistema de recirculación de producto 650 y puede enfriar el producto de bebida para evitar daños por calentamiento prolongado. La bomba 651, el accionamiento de frecuencia variable 652, el medidor de flujo 653 y el intercambiador de calor 654 pueden ser componentes convencionales disponibles en el mercado. En consecuencia, y excepto con respecto a su uso en los sistemas descritos en el presente documento, no se proporcionan detalles adicionales de estos componentes.

El controlador recibe las señales S_{RFM} del medidor de flujo 653. Aunque no se muestra en la FIG. 9B, el controlador forma una porción del sistema de recirculación de producto 650 y se analiza en relación con la FIG. 10. Usando un algoritmo de control descrito a continuación en relación con la FIG. 11D, y en base a las señales recibidas S_{RFM} y los parámetros de control previamente establecidos, el controlador emite señales S_{RFC} al accionamiento 652. En respuesta a esas señales S_{RFC} , el accionamiento 652 aumenta o disminuye la velocidad de la bomba 651 para ajustar el flujo en el lado de salida de la bomba 651.

El tanque de equilibrio 655 sale a la entrada de una segunda bomba de desplazamiento positivo de velocidad variable 656 accionada por un accionamiento de frecuencia variable 657. Un transductor de nivel 659 emite señales S_{LTB} indicativas de los niveles de producto en el tanque 655 al controlador. En base a esas señales S_{LTB} , el controlador genera señales S_{FBC} para aumentar o disminuir la velocidad (y por tanto el flujo) de la bomba 656. El transductor de nivel 659, la bomba 656 y el accionamiento de frecuencia variable 657 pueden ser componentes convencionales disponibles comercialmente.

La salida de la bomba 656 es una entrada al tanque de compensación 658. Una salida del tanque de compensación 658 está conectada a la entrada de la tercera bomba de desplazamiento positivo de velocidad variable 660 accionada por un accionamiento de frecuencia variable. La salida de la bomba 660 fluye a un procesador 661. El procesador 661 puede ser un pasteurizador u otro esterilizador. La salida del procesador 661 fluye al depósito 601. El flujo del procesador 661 al depósito 601 está controlado por una válvula de mariposa 664 (conectada a un transductor de corriente a presión 665). El controlador genera señales S_{LL} para controlar la posición de la válvula 664 en base a las señales S_{LT} del transductor de nivel 603 (FIG. 9A). Un bucle de recirculación en la salida del procesador 661 incluye otra válvula de mariposa 662 conectada a un transductor de corriente a presión 663. Las señales del controlador, no mostradas, controlan la posición de la válvula 662. La válvula 662 se puede abrir si, por ejemplo, el flujo al depósito 601 se ralentiza o se interrumpe. El flujo desde la válvula 662 devuelve el producto de bebida, a través de un segundo enfriador instantáneo 669, al tanque de compensación 658. La porción del sistema mostrada en la FIG. 9B después de la bomba 656 (es decir, el tanque de compensación 658, la bomba y el accionamiento 660, el procesador 661, la válvula 662 y el transductor 663, la válvula 664, el enfriador instantáneo 669 y el transductor 665) pueden ser similares a los sistemas convencionales usados para suministrar producto calentado a un tanque de sistema de llenado que suministra válvulas de llenado. En algunos modos de realización, los pasos en el sistema de recirculación de producto, 650 tienen un ancho mínimo de 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas).

La FIG. 9C es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de recirculación de producto 650' de acuerdo con al menos algunos modos de realización. En cuanto a dicho modo de realización, la FIG. 9C es una extensión de la FIG. 9A en lugar de la FIG. 9B. Varios aspectos del modo de realización mostrado en la FIG. 9C son similares al modo de realización de la FIG. 98, con elementos en la FIG. 9C siendo similares y funcionando de manera similar a los elementos de la FIG. 9B que tienen los mismos números de referencia. Sin embargo, en el sistema de recirculación 650', se ha añadido una válvula de flujo variable 671. La válvula 671 puede ser una válvula de diafragma convencional u otro tipo de válvula reductora de flujo. La bomba de velocidad variable 670 y su accionamiento de frecuencia variable asociado son similares a la bomba 651 y al accionamiento 652. En el sistema 650', la válvula 671 se usa para ajustar el

caudal. El controlador envía señales S_{RFCV} (por ejemplo, a un transductor de corriente a presión conectado a la válvula 671) que causan que la válvula 671 aumente o disminuya el caudal del producto a través de la trayectoria de flujo del sistema 650'. El controlador puede generar señales S_{RFCV} en base a señales S_{RFM} recibidas del medidor de flujo 653. En algunos modos de realización, y con la excepción de la válvula 671 en algunas configuraciones, los pasos en el sistema de recirculación de producto 650' tienen un ancho mínimo de 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas). Sin embargo, el controlador puede impulsar periódicamente la válvula 671 a una posición abierta suficiente para permitir que se acumule cualquier acumulación de inclusiones en la válvula 671.

La FIG. 9D es un diagrama esquemático que muestra una porción de un sistema de llenado de recipientes de bebidas que incluye un sistema de recirculación de producto 650" de acuerdo con al menos algunos modos de realización adicionales. En cuanto a dicho modo de realización, la FIG. 9D es una extensión de la FIG. 9A en lugar de la FIG. 9B. Varios aspectos del modo de realización mostrado en la FIG. 9D son similares al modo de realización de la FIG. 9B, con elementos en la FIG. 9D siendo similares y funcionando de manera similar a los elementos de la FIG. 9B que tienen los mismos números de referencia. Sin embargo, en el sistema de recirculación 650", el tanque de equilibrio 655 se reemplaza con un tanque de equilibrio presurizado 680. El tanque 680 está conectado a una fuente de aire comprimido a través de una válvula de control de presión 673, estando conectada la válvula 673 a un transductor de corriente a presión 672. La bomba de velocidad variable 670 y su accionamiento de frecuencia variable asociado son similares a la bomba 651 y al accionamiento 652. Sin embargo, en el sistema 650", la válvula 673 se usa para ajustar el caudal aumentando o disminuyendo la presión en el tanque 680, aumentando de este modo o disminuyendo la contrapresión en la trayectoria de flujo del sistema 650". El controlador envía señales S_{RFCp} al transductor de corriente a presión 672 que causan que la válvula 673 aumente o disminuya el caudal de aire comprimido en el tanque 680. El controlador puede generar señales S_{RFCp} en base a las señales S_{RFM} recibidas del medidor de flujo 653. En algunos modos de realización, los pasos en el sistema de recirculación de producto 650" tienen un ancho mínimo de 1,5875 centímetros (0,625 pulgadas).

La FIG. 10 es un diagrama de bloques que muestra entradas y salidas a un controlador 1000 de un sistema de llenado de acuerdo con algunas configuraciones. El controlador 1000 puede ser un microprocesador, un circuito integrado programable (IC), un IC de uso especial, un controlador lógico programable (PLC), una matriz de puertas programable por campo (FPGA) u otro tipo de dispositivo capaz de recibir señales, ejecutar instrucciones y emitir señales en base a las señales e instrucciones recibidas. El controlador 1000 puede incluir memoria para almacenar instrucciones y datos y/o puede acceder a componentes de memoria separados (no mostrados). Aunque la FIG. 10 muestra un único controlador 1000, en algunas configuraciones un sistema de llenado puede incluir múltiples controladores, con operaciones de controlador tales como las descritas en el presente documento distribuidas entre esos múltiples controladores.

El controlador 1000 está conectado a una o más líneas de señal de entrada a través de las cuales el controlador 1000 recibe señales de diversos componentes del sistema de llenado. Algunas de esas líneas de señal de entrada llevan señales S_{LC} desde las células de carga 406 de los brazos 20 (FIGS. 7A-7D). Como se muestra en la FIG. 10, el controlador 1000 puede recibir una entrada separada de cada una de las múltiples células de carga 406. Cada una de esas entradas puede ser señales S_{LC} de una célula de carga 406 de un brazo 20 que corresponda a una sola unidad de llenado 10. El controlador 1000 también está conectado a líneas de señal de entrada a través de las cuales el controlador 1000 recibe señales S_{PT} del transductor de presión 602 (FIG. 9A), señales S_{RFM} del medidor de flujo 653 (FIG. 9B), señales S_{LTB} del transductor de nivel 659 y señales S_{LT} del transductor de nivel 603 (FIG. 9A). El controlador 1000 puede incluir líneas de señal adicionales para recibir señales de otros transductores, instrucciones de programación, etc. Por ejemplo, y como se indica anteriormente, el controlador 1000 recibe una señal del sensor óptico 121 cuando la válvula de llenado 50 está en un punto de ajuste de bajo flujo.

El controlador 1000 también está conectado a una o más líneas de señal de salida a través de las cuales el controlador 1000 envía señales de control a diversos componentes del sistema de llenado. Algunas de esas líneas de señal de salida llevan señales a solenoides de accionadores de cada una de las múltiples unidades de llenado 10. Como se muestra en la FIG. 10, esto puede incluir, para cada unidad de llenado 10, una línea de señal separada para cada uno de los solenoides 509, 519 y 559 (FIGS. 8A a 8H) (o líneas de señal para los solenoides 509, 519 y 559' en la configuración de las FIGS. 8I-8P). El controlador 1000 asocia cada grupo de líneas de señal de salida a un conjunto de solenoides 509, 519 y 559 en una unidad de llenado 10 con una línea de señal de entrada que lleva señales S_{LC} desde la célula de carga 406 del brazo 20 correspondiente a esa unidad de llenado 10. El controlador 1000 también está conectado a las líneas de señal de salida a través de las cuales el controlador 1000 envía señales S_{PC} al transductor 611 (FIG. 9A), señales S_{RFC} al accionamiento de frecuencia variable 652 (FIG. 9B), señales S_{FBC} al controlador 657 y señales S_{LL} al transductor 665 (FIG. 9B). El controlador 1000 puede incluir líneas de señal adicionales sobre las cuales el controlador 1000 envía señales a otros componentes del sistema de llenado. Esas señales pueden incluir, sin limitación, señales a las válvulas de asiento angular 612, 614 y 620, señales a los transductores de corriente a presión 663 y 665, una señal a la válvula 671 (el modo de realización de la FIG. 9C), una señal al transductor 672 (en el modo de realización de la FIG. 9D), una señal al accionamiento de la bomba 660, una señal al accionamiento de la bomba 670 (en modos de realización de las FIG. 9C y 9D) y una señal de encendido/apagado para la bomba de vacío 622.

La FIG. 11A es un ejemplo de un algoritmo realizado por el controlador 1000 en conexión con las operaciones mostradas en las FIGS. 8A-8H o en las FIGS. 8I-8P. El algoritmo de la FIG. 11 se refiere a, y se describirá con respecto a, una sola unidad de llenado y su brazo correspondiente 20. Sin embargo, el controlador 1000 puede realizar simultáneamente una instancia separada del algoritmo de la FIG. 11 para cada unidad de llenado y su brazo 20 correspondiente.

En la etapa 1101, que puede corresponder al estado de una unidad de llenado mostrada en la FIG. 8A o en la FIG. 8I, el controlador 1000 determina si se ha colocado un recipiente vacío en la pinza 415 del brazo 20. En algunas configuraciones, el controlador 1000 puede hacer esta determinación en base a un sensor óptico o de contacto separado colocado en la pinza 415 para detectar un recipiente. En otras configuraciones, el controlador 1000 hace esta determinación en base a si una señal S_{LC} recibida actualmente de la célula de carga 406 corresponde al peso de un recipiente vacío. Como se indica por el bucle "no", el controlador 1000 continúa haciendo la determinación de la etapa 1101 hasta que un recipiente vacío esté en el brazo 20. En ese punto, el algoritmo continúa en la rama "sí" con la etapa 1102. En la etapa 1102, que puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8B (o FIG. 8J), el controlador 1000 envía una señal para energizar el solenoide 519.

El controlador 1000 luego continúa con la etapa 1103, donde el controlador 1000 determina si el recipiente que se está llenando está "casi lleno", por ejemplo, el 90 % lleno. La etapa 1103 puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8C (o en la FIG. 8K). En algunas configuraciones, la determinación en la etapa 1103 se basa en si una señal S_{LC} de la célula de carga 406 indica un peso correspondiente a un recipiente casi lleno. Como lo indica el bucle "no", la etapa 1103 se repite hasta que se determina que un recipiente está casi lleno. Una vez que se realiza esa determinación, el controlador 1000 continúa con la etapa 1104 en la rama "sí". En la etapa 1104, que puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8D (o en la FIG. 8L), el controlador 1000 deja de enviar una señal al solenoide 519 y comienza a enviar una señal al solenoide 509.

El controlador 1000 pasa luego a la etapa 1105, donde el controlador 1000 determina si ha recibido una señal del sensor óptico 121. La etapa 1105 puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8E (o en la FIG. 8M). Como se indica por el bucle "no", la etapa 1105 se repite hasta que se haya recibido una señal del sensor óptico 121. Una vez que se recibe la señal del sensor óptico, el controlador continúa con la etapa 1106 en la rama "sí". En la etapa 1106, que puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8F (o en la FIG. 8N), el controlador 1000 envía una señal para energizar el solenoide 559 (o el solenoide 559'). El controlador 1000 luego pasa a la etapa 1107 y determina si el recipiente que se está llenando está completamente lleno. El controlador 1000 puede hacer la determinación en la etapa 1107 en base a si una señal S_{LC} recibida desde la célula de carga 406 indica el peso de un recipiente lleno. La etapa 1107 se repite (bucle "no") hasta que se realiza una determinación positiva de recipiente lleno, en cuyo punto el controlador 1000 continúa con la etapa 1108.

En la etapa 1108, que puede corresponder al estado de la unidad de llenado mostrada en la FIG. 8G (o en la FIG. 8O), el controlador 1000 deja de enviar la señal para energizar el solenoide 559 (o solenoide 559'). El controlador 1000 luego continúa con la etapa 1109 y determina si el brazo 20 está vacío, es decir, si el recipiente lleno se ha retirado. En algunas configuraciones, el controlador 1000 hace la determinación de la etapa 1109 en base a una señal de un sensor óptico o de contacto en el brazo 20. En otras configuraciones, el controlador 1000 realiza la determinación en la etapa 1109 en base a si una señal S_{LC} de la célula de carga 406 corresponde al peso de un brazo descargado 20. La etapa 1109 se repite (bucle "no") hasta que se realiza una determinación positiva de brazo vacío, en cuyo punto el controlador 1000 continúa con la etapa 1110. En la etapa 1110, el controlador 1000 deja de enviar la señal para energizar el solenoide 509. El controlador 1000 vuelve luego a la etapa 1101 y espera una señal que indica que el siguiente recipiente vacío está en posición en el brazo 20.

La FIG. 11B es un ejemplo de un algoritmo alternativo que puede realizarse por el controlador 1000 en conexión con operaciones similares a las mostradas en las FIGS. 8A-8H y 8I-8P, pero donde no se usa un sensor óptico 120. Las etapas 1121, 1122, 1123, 1126, 1127, 1128, 1129 y 1130 son respectivamente etapas similares 1101, 1102, 1103, 1106, 1107, 1108, 1109 y 1110 de la FIG. 11A y, por tanto, no se describen con más detalle. En la etapa 1124, el controlador 1000 realiza operaciones similares a las de la etapa 1104 de la FIG. 11A, pero también inicia un temporizador. Ese temporizador tiene un valor que representa el tiempo necesario para que la válvula de llenado pase de una condición completamente abierta a una condición parcialmente abierta correspondiente a un punto de ajuste de bajo flujo deseado. En la etapa 1125, el controlador 1000 determina si ese temporizador ha expirado. El controlador 1000 repite la etapa 1125 (bucle "no") hasta que el temporizador haya expirado, momento en el cual el controlador 1000 continúa en la rama "sí" con la etapa 1126.

Como se indica anteriormente, el controlador 1000 también controla la presión en el depósito 601 (o en una trayectoria de flujo desde el depósito 601) enviando señales S_{PC} para ajustar la posición de la válvula de control de presión 610 (FIG. 9A). En algunos modos de realización, el controlador 1000 ejecuta instrucciones para controlar la configuración de la válvula de presión 610 usando un algoritmo de bucle de control PID (proporcional-integral-derivado). La FIG. 11C es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de dicho algoritmo. En un ciclo de reloj t del controlador 1000, el algoritmo recibe dos entradas. La primera entrada son datos correspondientes a un valor de una presión objetivo ($P_{Objetivo}$) deseada que se mantendrá en el depósito 601 (o en una trayectoria de flujo desde

el depósito 601). Este valor puede ser una constante almacenada en la memoria como un parámetro de programa. La segunda entrada es $S_{PT}(t)$, un valor de una señal S_{PT} del transductor de presión 602 recibida en el ciclo de reloj t . Un sumador 1151 resta una de las entradas de la otra y emite una diferencia resultante como $E_{Pr}(t)$, un valor de error de presión en el tiempo t . El valor $E_{Pr}(t)$ se recibe por un bloque calculador proporcional 1152, un bloque calculador integral 1153 y un bloque calculador derivado 1154. Los valores $P(1)$, $P(2)$ y $P(3)$ son parámetros de sintonización, y "T" es un intervalo de tiempo de integración (por ejemplo, el tiempo total transcurrido desde que el algoritmo comenzó a ejecutarse). Las salidas de los bloques 1152, 1153 y 1154 se reciben por un segundo bloque de sumador 1155, que emite la suma como $S_{PC}(t)$, la señal de control S_{PC} (al transductor de corriente/presión 611) para el ciclo de reloj t . En el siguiente ciclo de reloj $(t+1)$ del controlador 1000, el algoritmo de la FIG. 11C se realiza nuevamente, pero usando $S_{PT}(t+1)$ en lugar de $S_{PT}(t)$ como la segunda entrada para obtener $E_{Pr}(t+1)$, un valor de error de presión en el tiempo $t+1$, proporcionando $E_{Pr}(t+1)$ a los bloques 1152-1154, etc. La señal $S_{PT}(t+1)$ sería un valor de la señal S_{PT} recibida en el ciclo $t+1$ y después de que la válvula de presión 610 se haya ajustado en respuesta a $S_{PC}(t)$. El algoritmo de la FIG. 11C se repetiría de manera similar para los posteriores ciclos de reloj.

Como también se indicó anteriormente, el controlador 1000 controla la velocidad de la bomba de desplazamiento positivo 651 enviando señales S_{RFC} para ajustar la velocidad de la bomba 651 (FIG. 9B). En algunas configuraciones, el controlador 1000 ejecuta instrucciones para controlar la configuración de la bomba 651 usando otro algoritmo de bucle de control PID. La FIG. 11D es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de dicho algoritmo. En un ciclo de reloj t del controlador 1000, el algoritmo recibe dos entradas. La primera entrada son datos correspondientes a un flujo deseado a través de la trayectoria de flujo del sistema de recirculación de producto 650. En algunas configuraciones, este valor ($FL_{Objetivo}$) está entre el 5 % y el 15 % del flujo total hacia el depósito 601. El controlador 1000 puede calcular un valor para $FL_{Objetivo}$ calculando un porcentaje de flujo en el depósito 601. El flujo al depósito 601 puede determinarse por el controlador 1000 en base a datos sucesivos del transductor de nivel 603 a lo largo del tiempo. Por ejemplo, un caudal en base a los valores $S_{LT}(t)$ y $S_{LT}(t)$ podría calcularse como $[\text{volumen del depósito 601 correspondiente a } S_{LT}(t)] - [\text{volumen del depósito 601 correspondiente a } S_{LT}(t_n)] / [(t) - (t_n)]$, en el que n es un número de ciclos de reloj correspondientes a un período suficientemente largo para detectar cambios en el nivel del producto. La segunda entrada es $S_{RFM}(t)$, un valor de una señal S_{RFM} del medidor de flujo 653 recibido en el ciclo de reloj t . Un sumador 1161 resta una de las entradas de la otra y emite una diferencia resultante como $E_{FL}(t)$, un valor de error de flujo en el tiempo t . El valor $E_{FL}(t)$ se recibe por un bloque calculador proporcional 1162, un bloque calculador integral 1163 y un bloque calculador derivado 1164. Los valores $P(4)$, $P(5)$ y $P(6)$ son parámetros de ajuste, y "T" es un intervalo de tiempo de integración (por ejemplo, el tiempo total transcurrido desde que el algoritmo comenzó a ejecutarse). Las salidas de los bloques 1162, 1163 y 1164 se reciben por un segundo bloque de sumador 1165, que emite la suma como $S_{RFC}(t)$, la señal de control S_{RFC} (al accionamiento de frecuencia variable 652) para el ciclo de reloj t . En el siguiente ciclo de reloj $(t+1)$ del controlador 1000, el algoritmo de la FIG. 11D se realiza nuevamente, pero usando $S_{RFM}(t+1)$ en lugar de $S_{RFM}(t)$ como la segunda entrada para obtener $E_{FL}(t+1)$, un valor de error de flujo en el tiempo $t+1$, proporcionando $E_{FL}(t+1)$ a los bloques 1162-1164, etc. La señal $S_{RFM}(t+1)$ sería un valor de la señal S_{RFM} recibida en el ciclo $t+1$ y después de que la velocidad de la bomba 651 se haya ajustado en respuesta a $S_{RFC}(t)$. El algoritmo de la FIG. 11D se repetiría de manera similar para los posteriores ciclos de reloj. Los valores para ajustar los parámetros $P(4)$, $P(5)$ y $P(6)$ se pueden determinar usando técnicas convencionales para inicializar y ajustar los controladores PID usados para los tipos existentes de sistemas de flujo de fluidos.

En el modo de realización de la FIG. 9C, el controlador 1000 controla el flujo a través de la trayectoria de flujo del sistema 650' enviando señales de control S_{RFVc} para ajustar la válvula 671. En algunas configuraciones, el controlador genera señales S_{RFVc} usando un algoritmo de bucle de control PID similar al de la FIG. 11D, pero con S_{RFCv} como salida en lugar de S_{RFC} . En el modo de realización de la FIG. 9D, el controlador 1000 controla el flujo a través de la trayectoria de flujo del sistema 650'' enviando señales de control S_{RFVp} para ajustar la válvula 673. En algunas configuraciones, el controlador genera señales S_{RFVp} usando un algoritmo de bucle de control PID similar al de la FIG. 11D, pero con S_{RFCp} como salida en lugar de S_{RFC} .

Como también se indica anteriormente, el controlador 1000 controla la velocidad de la bomba 656 generando las señales S_{FBC} . En algunas configuraciones, el controlador 1000 genera señales S_{FBC} usando otro algoritmo de bucle de control PID y se basa en las señales S_{LTB} del transductor de nivel 659 como entrada. Por ejemplo, un valor objetivo ($\Delta L_{Objetivo}$) para el cambio en el nivel del producto dentro del tanque de equilibrio 655 podría establecerse en 0. Una entrada $\Delta L(t)$ podría calcularse en base a los valores de S_{LTB} a lo largo del tiempo. El algoritmo podría ajustarse entonces para mantener un nivel constante de producto en el tanque 655. De forma alternativa, el algoritmo para generar señales S_{FBC} podría ser mucho más simple. Por ejemplo, cada vez que el nivel del tanque 655 alcanza un determinado valor (por ejemplo, 80 % lleno), el controlador puede generar señales S_{FBC} que causan que la bomba 656 vaya a una velocidad preestablecida hasta que el nivel en el depósito 655 haya alcanzado otro nivel (por ejemplo, el 20 % completo).

La FIG. 12A es un diagrama de bloques que muestra los pasos de un procedimiento de acuerdo con algunos modos de realización. En una primera etapa 1201, un depósito de sistema de llenado se carga con un suministro de un primer producto de bebida. Ese sistema de llenado es un sistema de llenado tal como se describe en el presente documento e incluye una o más válvulas de llenado 50 y/u otros componentes tal como se describen en el presente documento. En la etapa 1202, el sistema de llenado se usa para el llenado en caliente de recipientes

desde el depósito con el primer producto de bebida. En particular, los recipientes se colocan en posiciones de llenado en relación con la una o más válvulas de llenado y el producto calentado se dispensa en esos recipientes. Después de la etapa 1202, el sistema de llenado se carga con un suministro de un segundo producto de bebida en la etapa 1203. En la etapa 1204, el sistema de llenado se usa para el llenado aséptico de recipientes desde el depósito con el segundo producto de bebida. Después de la etapa 1204, el sistema de llenado se carga con un suministro de un tercer producto de bebida en la etapa 1205. En la etapa 1206, el sistema de llenado se usa para llenar recipientes desde el depósito con el tercer producto de bebida. La operación de llenado de la etapa 1206 se puede realizar mientras el tercer producto se enfría o a temperatura ambiente y sin mantener condiciones asépticas. Aunque no se muestra en la FIG. 12A, se pueden realizar operaciones adicionales de preparación, limpieza y/o esterilización antes de la etapa 1201, entre las etapas 1202 y 1203, entre las etapas 1204 y 1205, y después de la etapa 1206.

Cualquiera de los primer, segundo o tercer productos de bebidas puede tener una viscosidad entre 1 cps y 400 cps. Cualquiera de los primer, segundo o tercer productos de bebidas puede contener inclusiones (de tamaños dentro de los rangos analizados anteriormente y en concentraciones dentro de los rangos analizados anteriormente) o puede estar libre de inclusión. Como solo un ejemplo, en algunas configuraciones uno de los primer, segundo y tercer productos de bebidas está libre de inclusión y otro de los primer, segundo y tercer productos de bebidas tiene inclusiones, en un porcentaje volumétrico de al menos 10 %, que tienen volúmenes de entre 125 cúbicos milímetros y 1000 milímetros cúbicos (por ejemplo, 25 %, 400 milímetros cúbicos). En algunas configuraciones, uno de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 1 cps y aproximadamente 50 cps, otro de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 50 cps y aproximadamente 100 cps, y otro de los productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 100 cps y aproximadamente 200 cps. En algunas configuraciones, uno de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 1 cps y aproximadamente 50 cps y otro de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 100 cps y aproximadamente 200 cps. En algunas configuraciones, uno de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 1 cps y aproximadamente 100 cps y otro de los primer, segundo o tercer productos de bebidas tiene una viscosidad de entre aproximadamente 200 cps y aproximadamente 400 cps.

Las etapas en la FIG. 12A no necesitan realizarse en el orden mostrado. Por ejemplo, el orden en el que se usa el sistema de llenado para llenar en caliente los recipientes con el primer producto de bebida, llenar asépticamente los recipientes con el segundo producto de bebida y los recipientes de llenado en frío con el tercer producto de bebida podría variar.

La FIG. 12B es un diagrama de bloques que muestra las etapas en otro procedimiento de acuerdo con algunas configuraciones. En la etapa 1211, se coloca un brazo de manipulación de recipientes en una primera configuración para llenar un primer tipo de recipiente. El brazo de manipulación de recipientes incluye una célula de carga que emite una señal indicativa de una fuerza F_2 impuesta sobre la célula de carga en respuesta a una fuerza F_1 de un recipiente sostenido por el brazo y el contenido de ese recipiente. En la primera configuración, la fuerza F_2 es una primera proporción de la fuerza F_1 . En la etapa 1212, el brazo de manipulación de recipientes en la primera configuración se usa para contener recipientes del primer tipo mientras se llena con producto de bebida desde una válvula de llenado. En la etapa 1213, el brazo de manipulación de recipientes se coloca en una segunda configuración para llenar un segundo tipo de recipiente. En la segunda configuración, la fuerza F_2 es una segunda proporción de la fuerza F_1 . La segunda proporción es diferente de la primera proporción. En la etapa 1214, el brazo de manipulación de recipientes en la segunda configuración se usa para contener recipientes del segundo tipo mientras se llena con producto de bebida desde una válvula de llenado. En otras configuraciones, el procedimiento de la FIG. 12B puede incluir etapas adicionales en las cuales el brazo de manipulación de recipientes se coloca en configuraciones adicionales para llenar tipos adicionales de recipientes, con cada una de las configuraciones adicionales correspondientes a una proporción $F_2:F_1$ diferente, y con el brazo de manipulación de recipientes usado para contener otros tipos adicionales de recipientes durante el llenado con productos de bebidas y en esas configuraciones adicionales. Aunque no se muestra en la FIG. 12B, se pueden realizar operaciones adicionales de preparación, limpieza y/o esterilización, por ejemplo, entre las etapas 1212 y 1213 o entre las etapas 1213 y 1214.

La FIG. 12C es un diagrama de bloques que muestra las etapas de un procedimiento adicional de acuerdo con algunas configuraciones. En la etapa 1221, un depósito del sistema de llenado se carga con un suministro de un primer producto de bebida. Ese sistema de llenado es un sistema de llenado tal como se describe en el presente documento e incluye una o más válvulas de llenado 50 y/u otros componentes tal como se describen en el presente documento. En la etapa 1222, el sistema de llenado se usa para llenar recipientes desde el depósito con el primer producto de bebida. En particular, los recipientes se colocan en posiciones de llenado en relación con una o más válvulas de llenado y el producto se dispensa en esos recipientes. En la etapa 1222, se mantiene una presión en un lugar en el interior del depósito (o en una trayectoria de flujo desde el interior del depósito) en un primer nivel. En la etapa 1223, el depósito de sistema de llenado se carga con un suministro de un segundo producto de bebida. En la etapa 1224, el sistema de llenado se usa para llenar recipientes desde el depósito con el segundo producto de bebida. En la etapa 1224, se mantiene una presión en el mismo lugar en un segundo nivel diferente del primer nivel. Al menos uno de los primer y segundo niveles es subatmosférico. Se pueden realizar etapas adicionales en

las cuales el sistema de llenado se usa para llenar recipientes desde el depósito con otros productos de bebidas y mientras se mantiene la presión en el lugar en uno o más niveles. En algunas configuraciones, se mantiene una presión al nivel deseado manteniendo esa presión dentro de +/- 689,5 pascales (0,1 psi) del nivel deseado. Esa tolerancia puede tener otros valores (por ejemplo, +/- 345 pascales (0,05 psi)). En algunas configuraciones, el primer nivel de presión es subatmosférico y el segundo nivel de presión es atmosférico o más alto y la primera bebida es menos viscosa que la segunda bebida. En algunas configuraciones, el primer nivel de presión es atmosférico o más alto y el segundo nivel de presión es subatmosférico y la primera bebida es más viscosa que la segunda bebida. Aunque no se muestra en la FIG. 12C, se pueden realizar operaciones adicionales de preparación, limpieza y/o esterilización, por ejemplo, entre las etapas 1222 y 1223. En algunas configuraciones, el procedimiento de la FIG. 12C puede incluir etapas adicionales de llenar el depósito con un suministro de un tercer producto de bebida y luego llenar los recipientes del depósito con ese tercer producto de bebida mientras el depósito se ventila a la atmósfera.

La FIG. 12D es un diagrama de bloques que muestra las etapas de un procedimiento adicional de acuerdo con algunas configuraciones. En una primera etapa 1231, un depósito del sistema de llenado se carga con un suministro de un primer producto de bebida. Ese sistema de llenado puede ser un sistema de llenado tal como se describe en el presente documento y puede incluir una o más válvulas de llenado 50 y/u otros componentes tal como se describen en el presente documento. En la etapa 1232, y durante un primer período de tiempo, el sistema de llenado se usa para el llenado en caliente de los recipientes de bebidas desde el depósito con el primer producto de bebida. En particular, los recipientes se colocan en posiciones de llenado en relación con una o más válvulas de llenado y el producto se dispensa en esos recipientes. Durante el primer período de tiempo, el sistema de llenado mantiene automáticamente un caudal a través de una trayectoria de flujo de recirculación del producto (por ejemplo, ajustando la velocidad de una bomba de flujo variable en esa trayectoria de flujo en el modo de realización de la FIG. 9B, ajustando una configuración de una válvula de flujo variable en el modo de realización de la FIG. 9C, ajustando una válvula de control de presión en el modo de realización de la FIG. 9D). En la etapa 1233, el depósito del sistema de llenado se carga con un suministro de un segundo producto de bebida. En la etapa 1234, y durante un segundo período de tiempo, el sistema de llenado se usa para el llenado en caliente de recipientes de bebidas desde el depósito con el segundo producto de bebida. Durante el segundo período de tiempo, el sistema de llenado nuevamente mantiene automáticamente un caudal a través de esa trayectoria de flujo de recirculación de producto. Aunque no se muestra en la FIG. 12D, se pueden realizar operaciones adicionales de preparación, limpieza y/o esterilización, por ejemplo, entre llenar recipientes con un producto y luego cargar el depósito con un producto diferente.

Uno de los primer y segundo productos de bebidas tiene inclusiones (de tamaños dentro de los rangos analizados anteriormente y en concentraciones dentro de los rangos analizados anteriormente) y el otro de los primer y segundo productos de bebidas carece de inclusiones. Como solo un ejemplo, uno de los primer y segundo productos de bebidas puede tener inclusiones en un porcentaje volumétrico de al menos 25 %. Cada una de al menos una porción de esas inclusiones puede tener volúmenes individuales de al menos 400 milímetros cúbicos. Se pueden realizar etapas adicionales o alternativas en las cuales el depósito se llena con otros productos que tienen inclusiones de otros tamaños y/o en otras concentraciones (por ejemplo, inclusiones a una concentración de aproximadamente el 1 % y dimensionadas para caber dentro de un cubo de 1 mm), y el sistema de llenado se usa luego para realizar el llenado calentado de esos otros productos en recipientes mientras se mantiene automáticamente un caudal a través de una trayectoria de flujo de recirculación de producto.

Los sistemas de acuerdo con diversas configuraciones permiten el llenado de recipientes con una gama mucho más amplia de tipos de productos de lo que sería posible con los sistemas convencionales. Los sistemas de acuerdo con varias configuraciones también permiten el llenado de recipientes a velocidades más altas de lo que es práctico con los sistemas convencionales cuando el producto tiene una viscosidad de más de aproximadamente 20 cps o cuando el producto tiene inclusiones.

Además de las variaciones y configuraciones descritas hasta ahora, las configuraciones adicionales pueden incluir diferentes características y/o diferentes combinaciones de características. Los ejemplos incluyen, entre otros, los siguientes:

Se pueden usar otros tipos, formas y configuraciones de imanes en una válvula de llenado. Una lanzadera y/o un manguito de accionamiento podrían tener otras configuraciones. Una lanzadera puede carecer de paletas de enderezamiento de flujo tales como las paletas 208 y/o puede tener una configuración diferente de las paletas de enderezamiento de flujo. Se pueden unir diferentes tipos de elementos extremos a una lanzadera (por ejemplo, para usar con vasos acumuladores que tengan aberturas de diferentes tamaños). En algunas configuraciones, un vaso acumulador de la válvula de llenado, tal como el vaso acumulador 53, podría reemplazarse por otro tipo de vaso acumulador. Como se puede apreciar de las FIGS. 1A, 1B y 3A-4B, el vaso acumulador 53 se puede reemplazar fácilmente aflojando la abrazadera 56, retirando el vaso acumulador 53, poniendo un nuevo vaso acumulador en su posición y volviendo a apretar la abrazadera 56. En un escenario, el(los) producto(s) de bebida con el(los) cual se llenan los recipientes puede carecer de inclusiones o puede tener inclusiones relativamente pequeñas, y puede no haber necesidad de un vaso acumulador con una salida de tamaño para permitir el paso de grandes inclusiones. En dicho escenario, el vaso acumulador de reemplazo podría tener una abertura más pequeña

para obtener más precisión durante el llenado y/o llenar recipientes que tengan aberturas más pequeñas. En otro escenario, puede que no sea necesario realizar el llenado en caliente y, por lo tanto, la recirculación del producto puede no ser necesaria. En ese escenario, un vaso acumulador de reemplazo podría no incluir una tubería de recirculación tal como la tubería de recirculación 13.

5 Un brazo de manipulación de recipientes podría incluir una palanca, una viga de apoyo y una célula de carga dispuestas y/o acopladas en configuraciones alternativas.

10 Un sistema de punto de ajuste de bajo flujo podría incluir una disposición alternativa de válvulas de control y/o un posicionamiento alternativo de diversos componentes.

Los componentes de un sistema de control de presión de depósito podrían disponerse de manera alternativa. Se podrían usar tipos alternativos de válvulas de control de fluidos, transductores y otros componentes.

15 Los componentes de un sistema de recirculación de productos podrían organizarse de manera alternativa. Se pueden usar tipos alternativos de componentes.

20 Una válvula de llenado que tenga algunas o todas las características de la válvula de llenado 50 puede usarse en un sistema de llenado que no incluya un brazo de manipulación de recipientes tal como el brazo de manipulación de recipientes 20, un sistema de control de punto de ajuste de bajo flujo tal como se describe en conexión con las FIGS. 8A-8H (o FIGS. 8I-8P), un sistema de control de presión tal como se describe en conexión con la FIG. 9A o un sistema de recirculación del producto tal como se describe en conexión con las FIGS. 9B-9D.

25 Un brazo de manipulación de recipientes que tenga algunas o todas las características del brazo 20 puede usarse en un sistema de llenado que no incluya una válvula de llenado tal como la válvula de llenado 50, un brazo de manipulación de recipientes tal como el brazo de manipulación de recipientes 20, un sistema de control de punto de ajuste de bajo flujo tal como se describe en relación con las FIGS. 8A-8H (o las FIGS. 8I-8P), un sistema de control de presión tal como se describe en conexión con la FIG. 9A o un sistema de recirculación del producto tal como se describe en conexión con las FIGS. 9B-9D.

30 Un sistema de punto de ajuste de bajo flujo como el descrito en relación con las FIGS. 8A-8H (o las FIGS. 8I-8P) pueden usarse en conexión con otros tipos de válvulas de llenado y/o pueden usarse en sistemas que no incluyan un brazo de manipulación de recipientes tal como el brazo de manipulación de recipientes 20, un sistema de control de presión tal como se describe en conexión con la FIG. 9A o un sistema de recirculación del producto tal como se describe en conexión con las FIGS. 9B-9D.

35 Un sistema de control de presión tal como se describe en relación con la FIG. 9A puede usarse en conexión con otros tipos de válvulas de llenado y/o puede usarse en sistemas que no incluyan un brazo de manipulación de recipientes tal como el brazo 20, un sistema de control de punto de ajuste de bajo flujo tal como se describe en conexión con las FIGS. 8A-8H (o las FIGS. 8I-8P) o un sistema de recirculación del producto tal como se describe en relación con las FIGS. 9B-9D.

40 Un sistema de recirculación del producto tal como se describe en relación con las FIGS. 9B-9D puede usarse en conexión con otros tipos de válvulas de llenado y/o puede usarse en sistemas que no incluyan un brazo de manipulación de recipientes tal como el brazo 20, un sistema de control de punto de ajuste de bajo flujo tal como se describe en conexión con las FIGS. 8A-8H (o las FIGS. 8I-8P) o un sistema de control de presión tal como se describe en conexión con la FIG. 9A.

45 Los sistemas como los descritos en el presente documento también se pueden usar para llenar recipientes con otros tipos de líquidos. Esos productos pueden incluir, sin limitación, otros tipos de productos alimenticios, pinturas, tintas y otros líquidos. Dichos otros productos también pueden tener viscosidades e inclusiones en los rangos indicados anteriormente para productos de bebidas.

50 La descripción anterior de los modos de realización se ha presentado con fines ilustrativos y descriptivos. La descripción anterior no pretende ser exhaustiva ni limitar los modos de realización de la presente invención a la forma precisa divulgada, y son posibles modificaciones y variaciones. Los modos de realización analizados en el presente documento se eligieron y describieron a fin de explicar de la mejor manera los principios de la presente divulgación y su aplicación práctica, para permitir de este modo a otros expertos en la técnica utilizar de la mejor manera la presente divulgación y diversos modos de realización con diversas modificaciones, según se adapten al uso particular contemplado. Cualquiera y todas las combinaciones, subcombinaciones y permutaciones de características de los modos de realización descritas anteriormente están dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de llenado de recipientes (40), que comprende:
- 5 un depósito de producto de bebida (601);
- múltiples válvulas de llenado de recipiente de bebida (50) conectada al depósito (601) y configurada para llenar en caliente recipientes con producto de bebida del depósito (601);
- 10 una trayectoria de flujo de recirculación de producto conectada a cada una de las válvulas de llenado (50) y configurada para mantener un flujo de producto de bebida a través de cada una de las válvulas de llenado (50) cuando cada una de las válvulas de llenado (50) esté cerrada;
- caracterizado por que**
- 15 un medidor de flujo (653) está localizado en una porción de la trayectoria de flujo de recirculación y configurado para emitir señales de medidor de flujo indicativas de caudales a través del medidor de flujo (653); y
- 20 un controlador está configurado para recibir las señales de medidor de flujo y para generar, en base a las señales de medidor de flujo recibidas, señales de control para mantener un caudal a través de la trayectoria de flujo de recirculación de producto en un valor de flujo objetivo.
- 25 2. El sistema de llenado de recipientes (40) de la reivindicación 1, que comprende además uno o más de lo siguiente:
- una bomba de velocidad variable (651) localizada en la trayectoria de flujo de recirculación de producto, y en el que el controlador está configurado para generar las señales de control para aumentar o disminuir
- 30 la velocidad de la bomba (651),
- una válvula de flujo variable (671) localizada en la trayectoria de flujo de recirculación de producto, y en el que el controlador está configurado para generar las señales de control para abrir o cerrar la válvula,
- 35 un tanque de equilibrio (655) conectado a la trayectoria de flujo de recirculación de producto y una válvula de control de presión (673) que conecta el tanque de equilibrio (655) a una fuente de gas presurizado LE:CHP, y en el que el controlador está configurado para generar las señales de control para abrir o cerrar la válvula de control de presión (673).
- 40 3. El sistema de llenado de recipientes (40) de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el valor de flujo objetivo está entre aproximadamente el 5 % y aproximadamente el 15 % de un caudal de producto de bebida que fluye dentro del depósito (601).
- 45 4. El sistema de llenado de recipientes (40) de la reivindicación 3 en el que el producto de bebida que fluye dentro del depósito (601) incluye producto de bebida desde la trayectoria de flujo de recirculación de producto.
5. El sistema de llenado de recipientes (40) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que los pasos de la trayectoria de flujo de recirculación de producto tienen un ancho de al menos 1,5875 cm (0,625 pulgadas).
- 50 6. El sistema de llenado de recipientes (40) de la reivindicación 2, que comprende la bomba de velocidad variable (651), en el que la bomba de velocidad variable (651) es una bomba de desplazamiento positivo (651).
- 55 7. El sistema de llenado de recipientes (40) de la reivindicación 2, que comprende la bomba de velocidad variable (651) en el que la bomba de velocidad variable (651) se acciona por un accionamiento de frecuencia variable (652) y el controlador está configurado para transmitir a la bomba (651) señales de control al accionamiento de frecuencia variable (652).
- 60 8. El sistema de llenado de recipientes (40) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la trayectoria de flujo de recirculación de producto incluye un intercambiador de calor (654) configurado para reducir una temperatura de producto de bebida en la trayectoria de flujo de recirculación de producto.
- 65 9. El sistema de llenado de recipientes (40) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende además un transductor de nivel (659) configurado para emitir señales de transductor de nivel indicativas de niveles de producto de bebida dentro del depósito (601), y en el que el controlador está configurado para

recibir las señales de transductor de nivel, y

5 generar, en base a las señales de transductor de nivel señales de control de flujo adicionales para aumentar o disminuir un caudal de producto de bebida dentro del depósito (601).

10. Un procedimiento que comprende:

10 cargar un depósito (601) de un sistema de llenado (40) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 con un primer producto de bebida, en el que el sistema de llenado (40) incluye las múltiples válvulas de llenado (50) conectadas al depósito (601) y la trayectoria de flujo de recirculación de producto conectada a una de las válvulas de llenado (50) y configurada para mantener un flujo de producto de bebida a través de cada una de las válvulas de llenado (50) cuando cada una de las válvulas de llenado (50) esté cerrada; y

15 los recipientes de llenado con el primer producto de bebida, a través de las válvulas de llenado (50) y durante un primer periodo de tiempo, mientras mantiene automáticamente un caudal a través de la trayectoria de flujo de recirculación de producto.

20 11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además

cargar el depósito (601) con un segundo producto de bebida diferente del primer producto de bebida;

25 y los recipientes de llenado con el segundo producto de bebida, a través de las válvulas de llenado (50) y durante un segundo periodo de llenado diferente del primer periodo de tiempo, mientras mantiene automáticamente un caudal a través de la trayectoria de flujo de recirculación de producto.

30 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el primer producto de bebida contiene inclusiones y el segundo producto de bebida carece de inclusiones.

35 13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que las inclusiones son al menos el 25 % del primer producto de bebida por volumen.

40 14. El procedimiento de la reivindicación 12 o 13 en el que cada una de al menos una porción de las inclusiones tiene un volumen individual de al menos 400 milímetros cúbicos

15. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que las inclusiones son aproximadamente el 1 % del primer producto de bebida por volumen y las inclusiones tienen volúmenes menores que 1 milímetro cúbico.

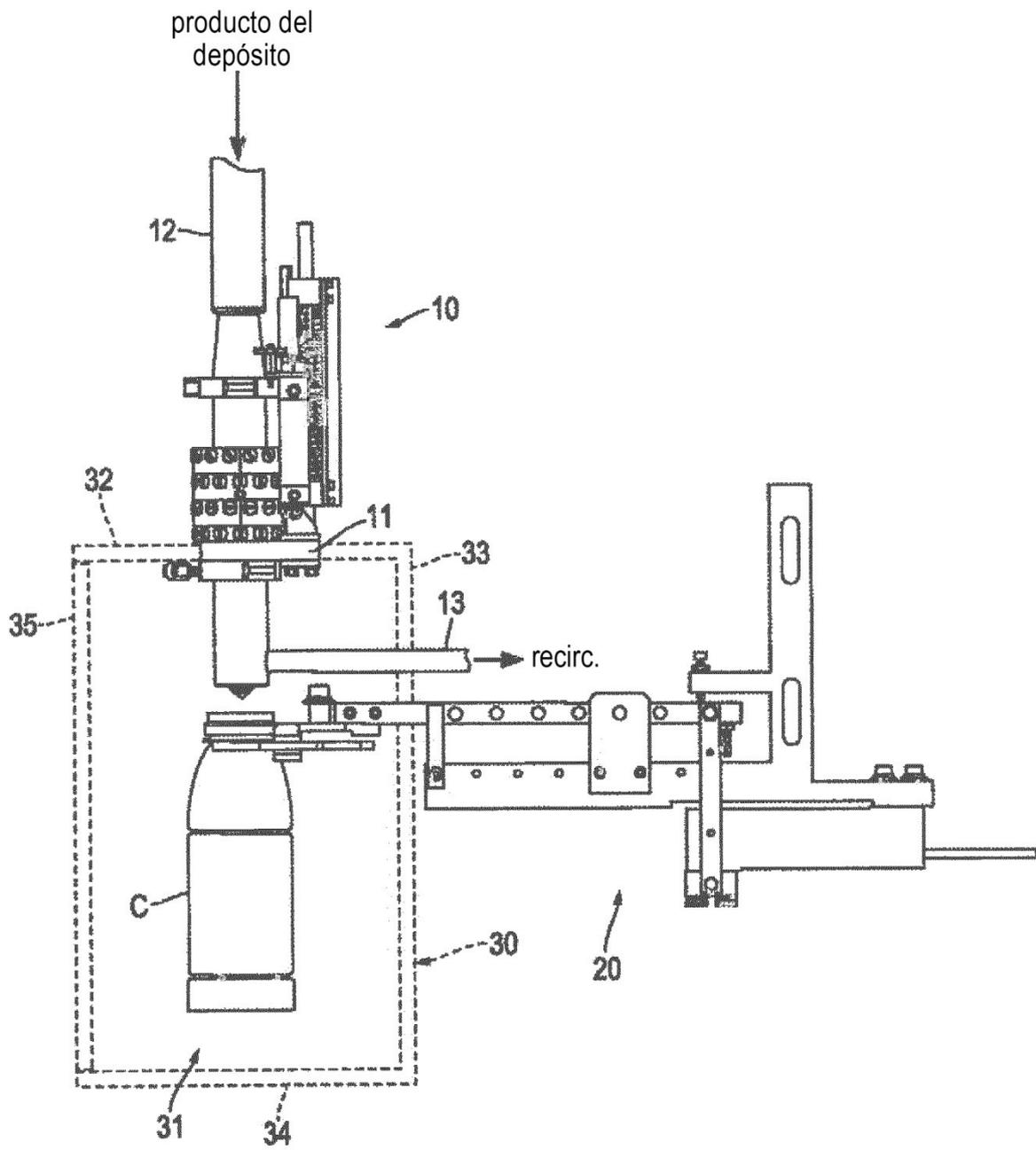


FIG. 1A

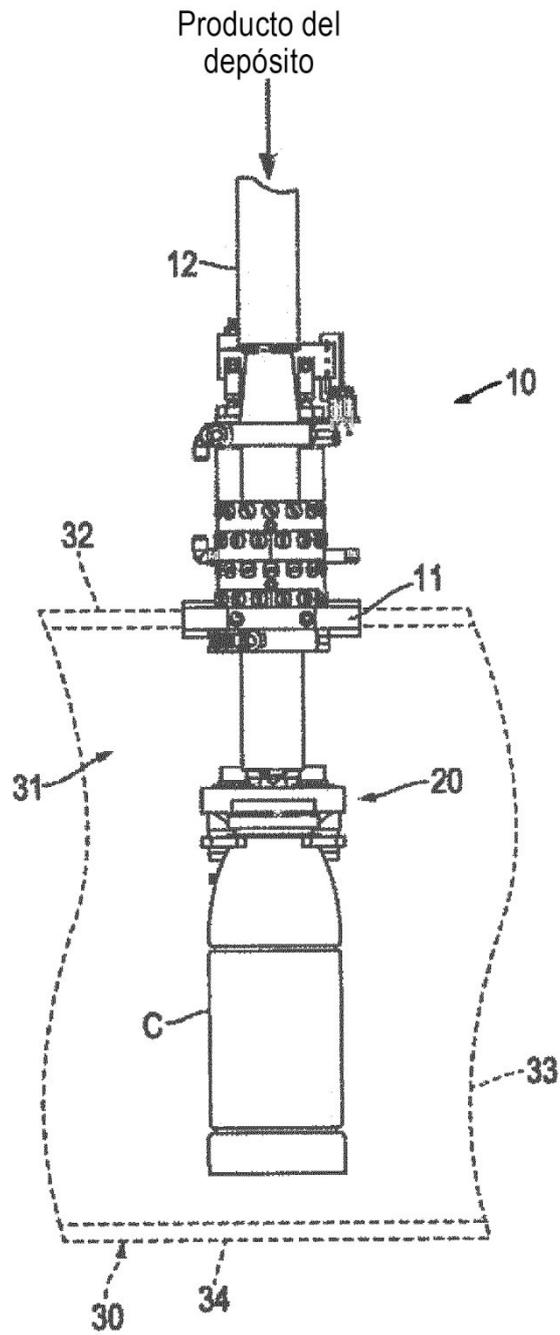


FIG. 1B

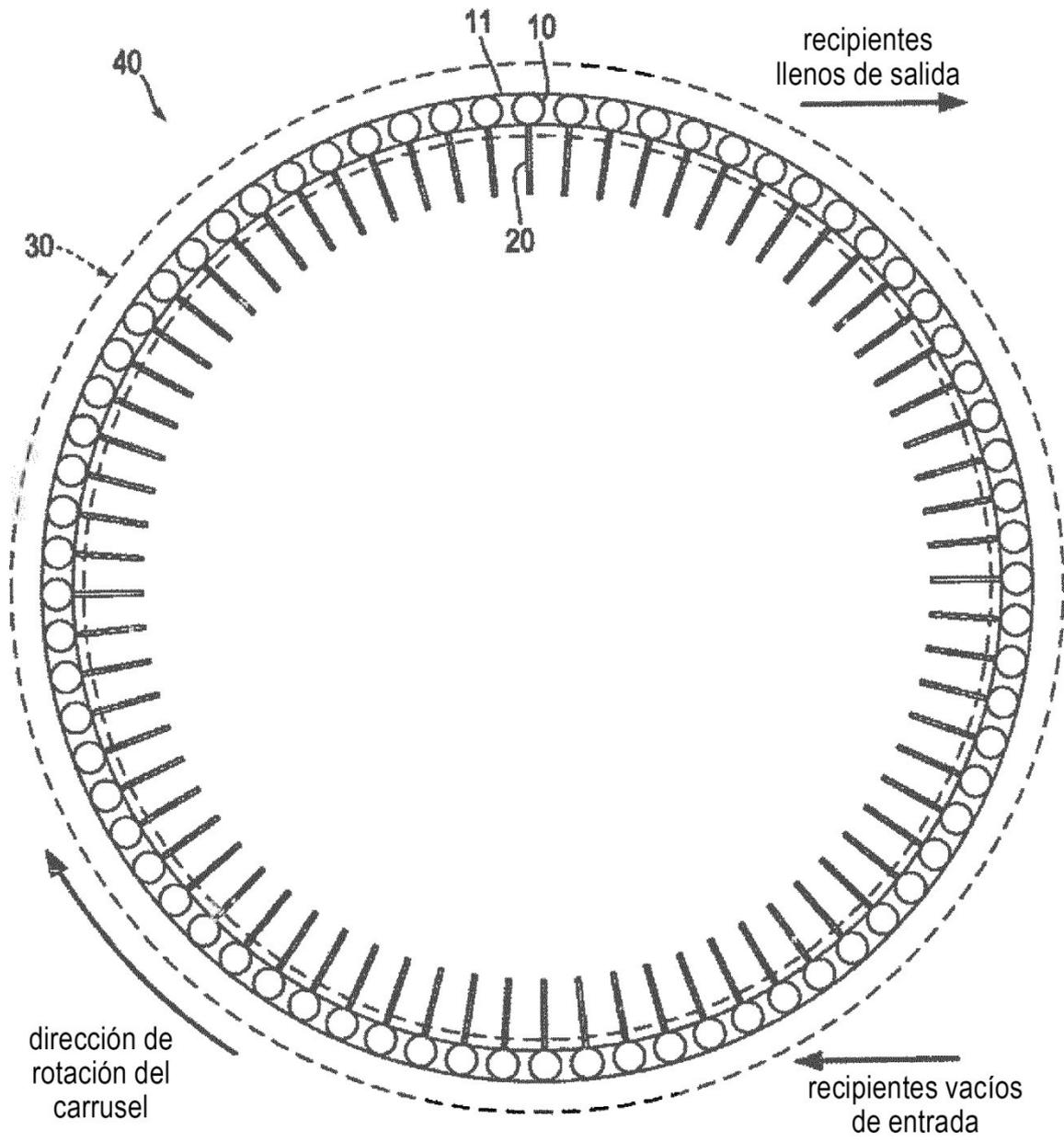


FIG. 2

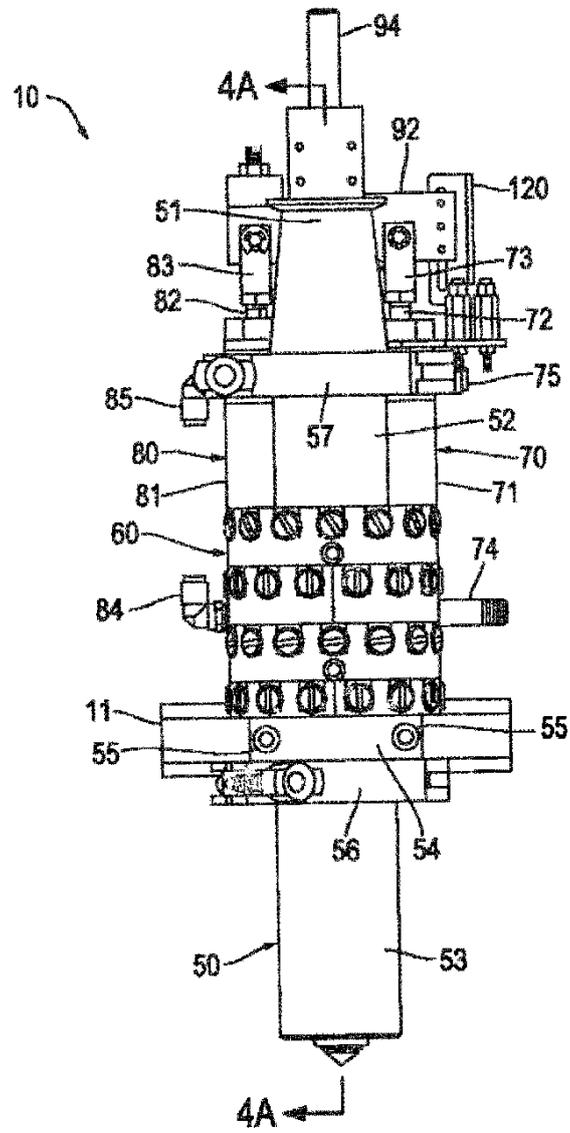


FIG. 3A

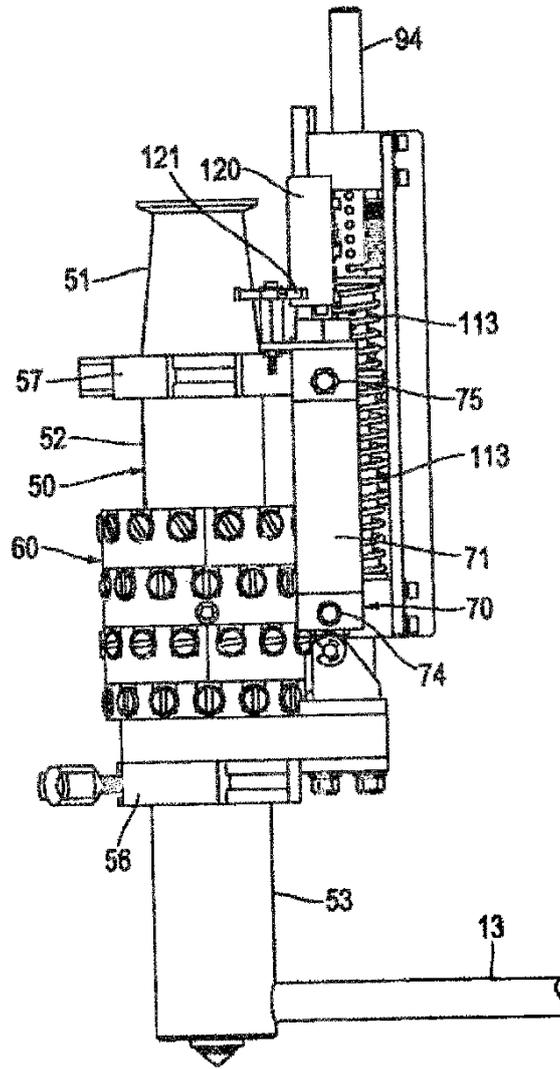


FIG. 3B

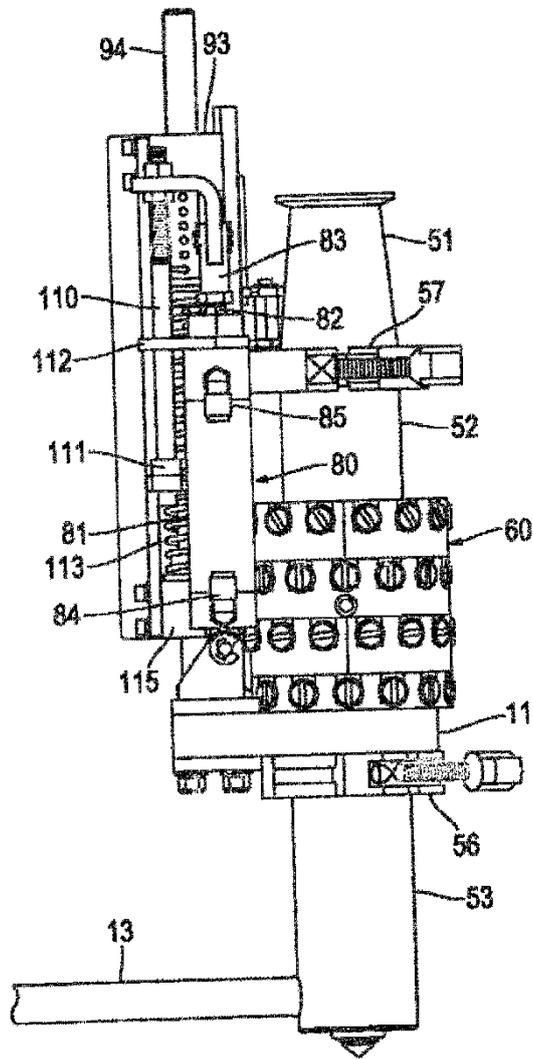


FIG. 3C

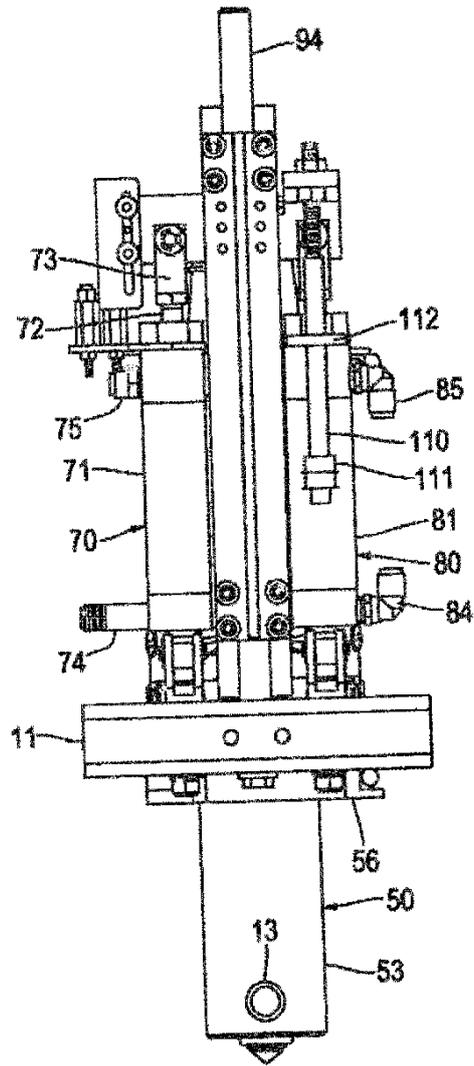


FIG. 3D

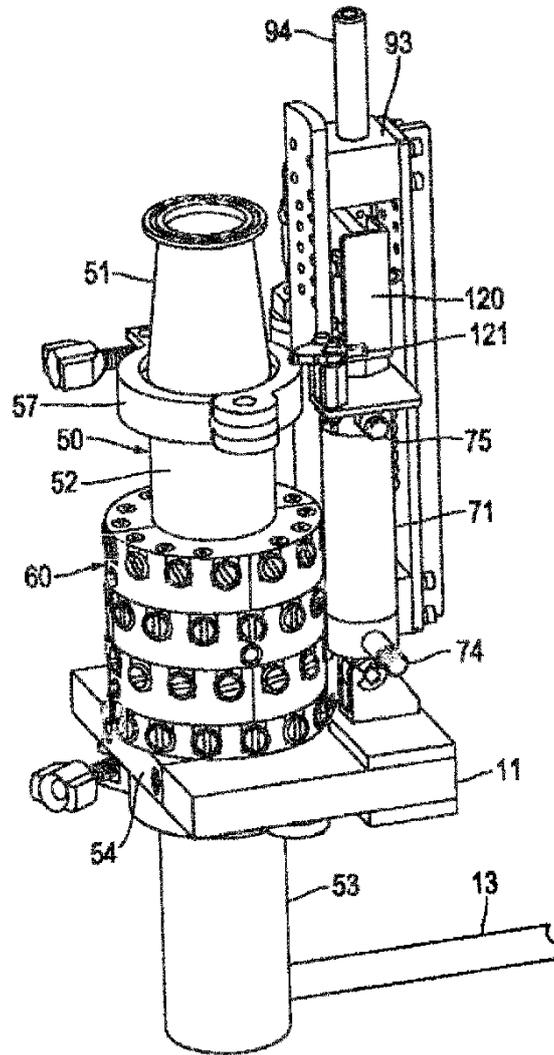


FIG. 3E

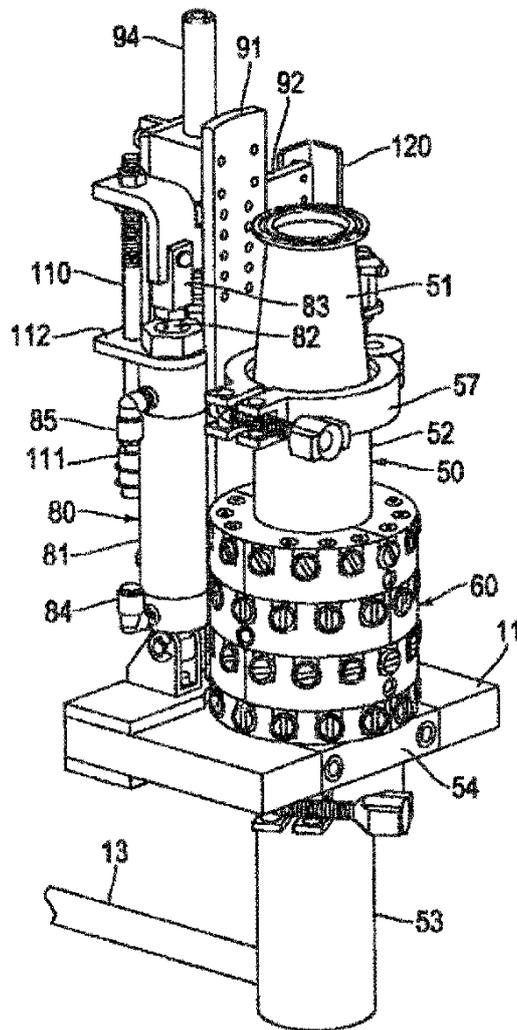


FIG. 3F

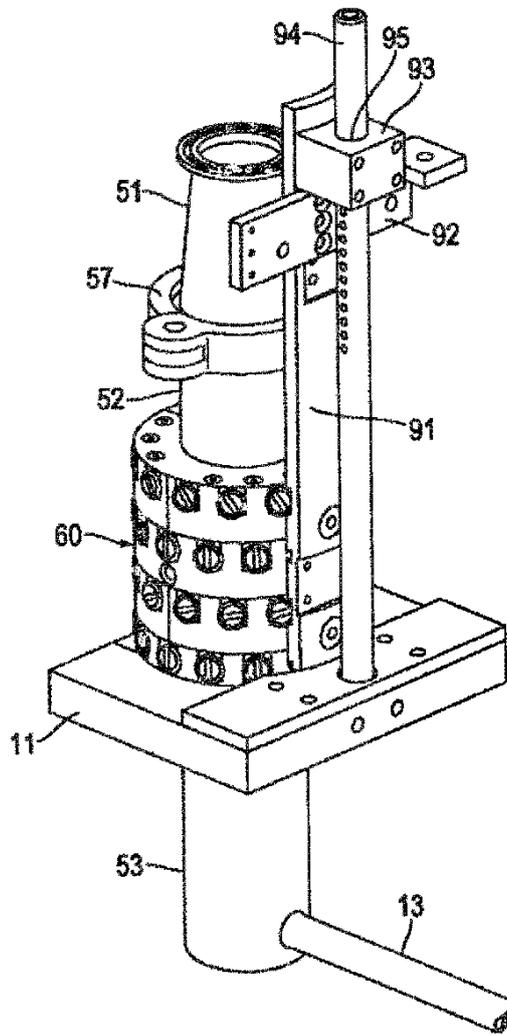


FIG. 3G

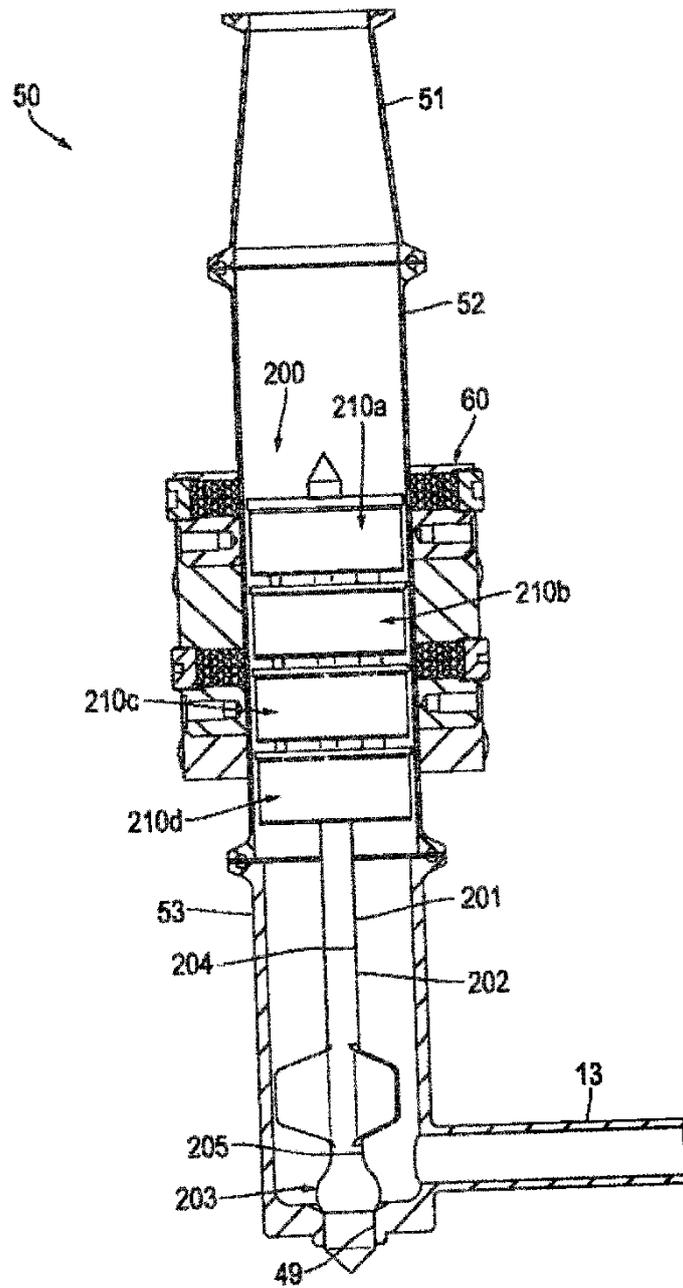


FIG. 4A

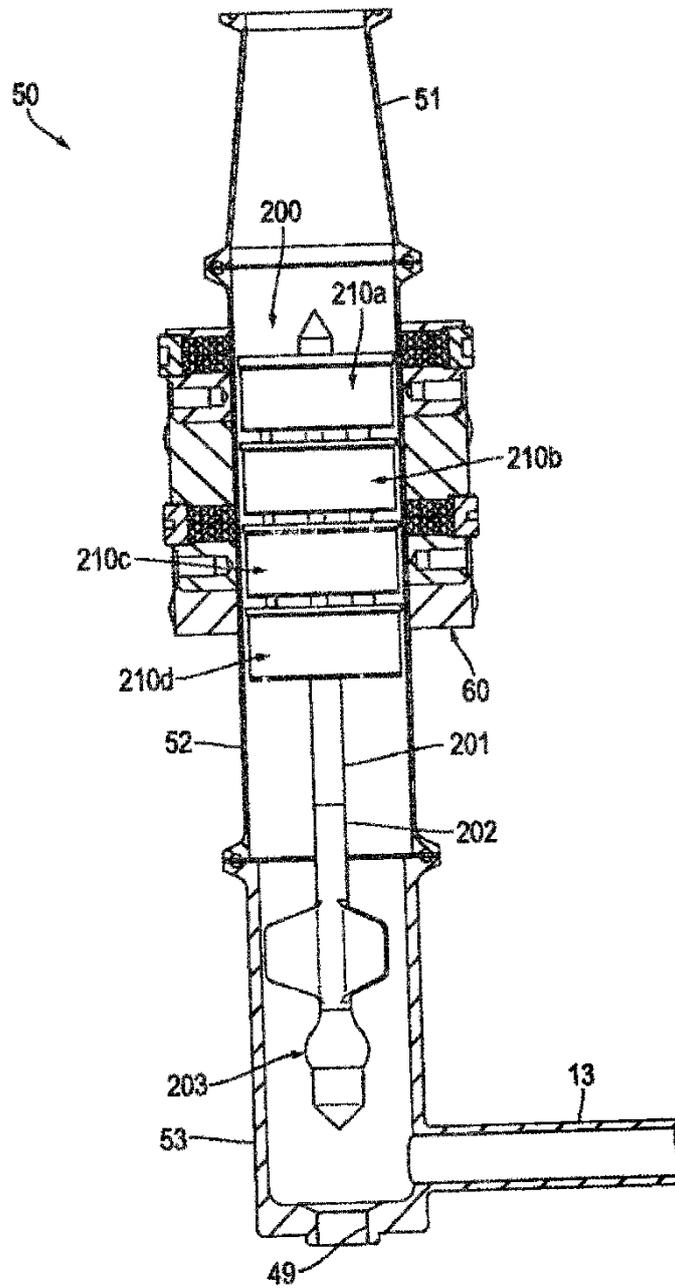
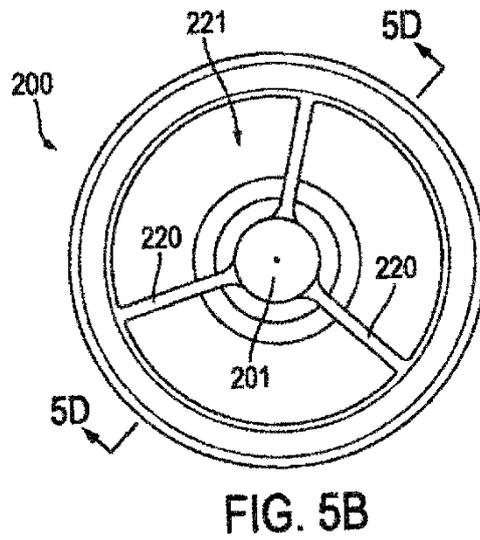
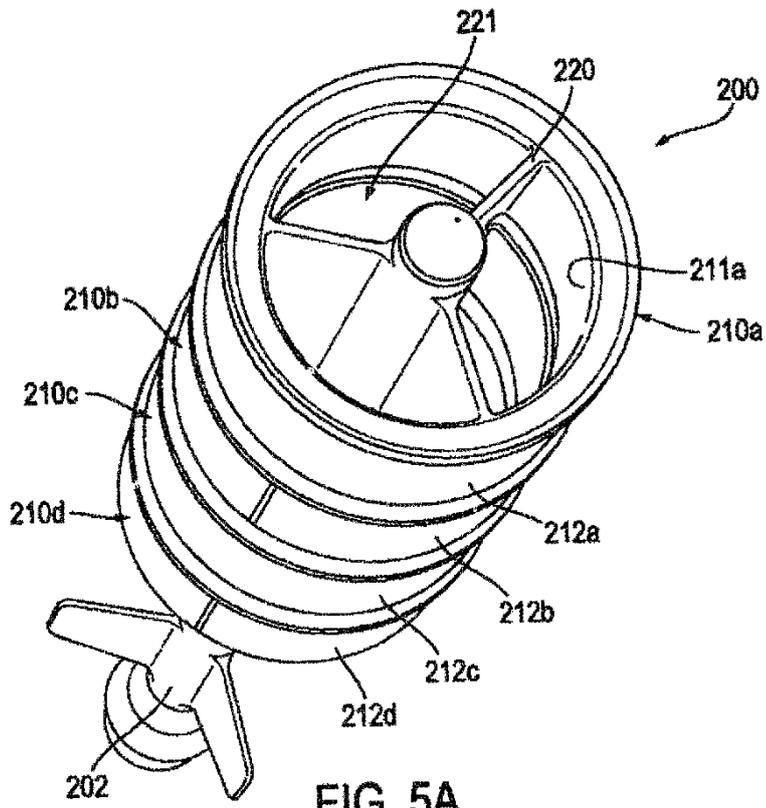


FIG. 4B



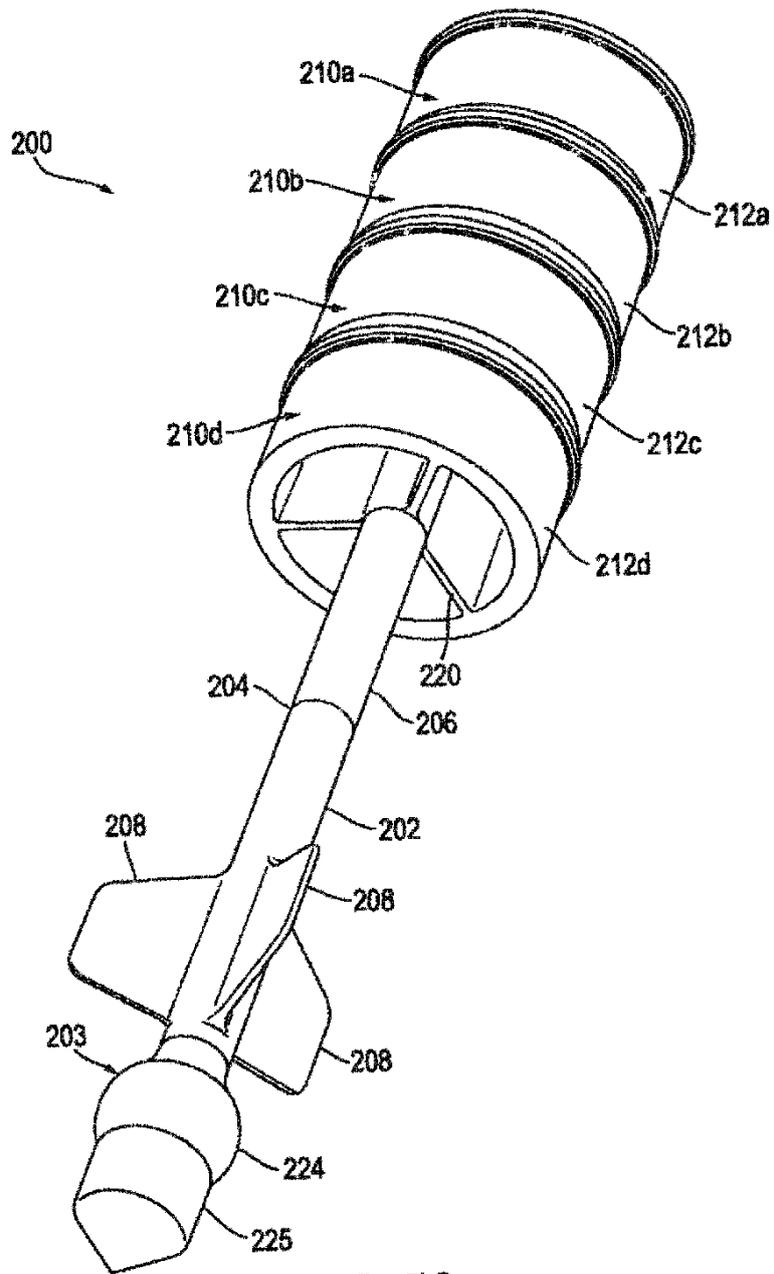


FIG. 5C

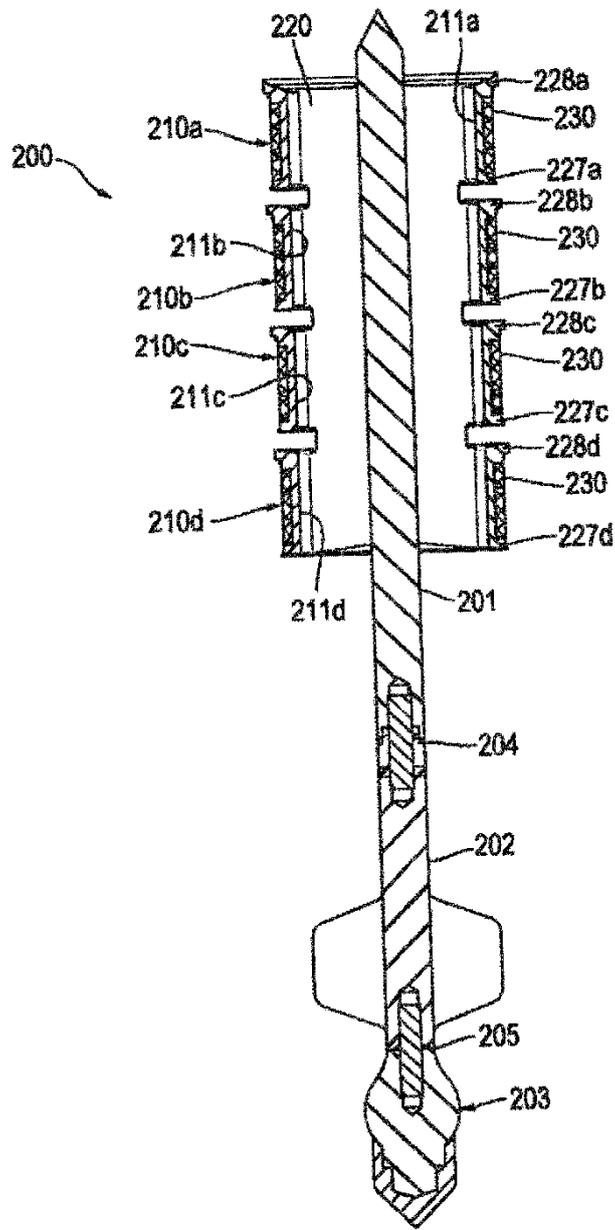


FIG. 5D

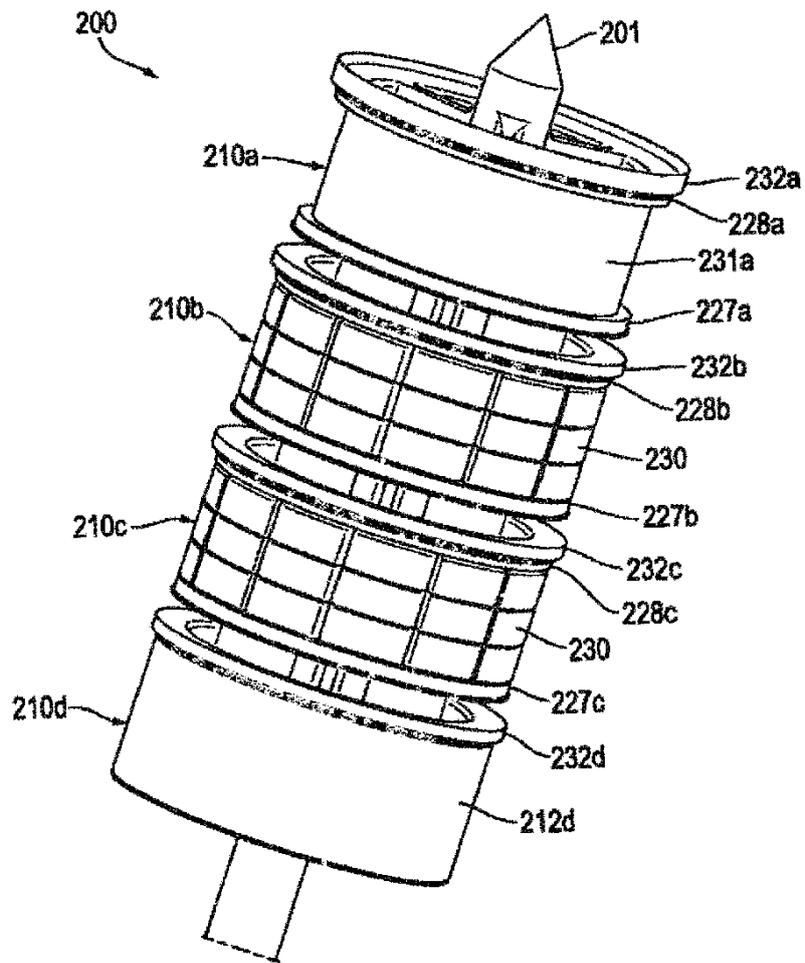


FIG. 5E

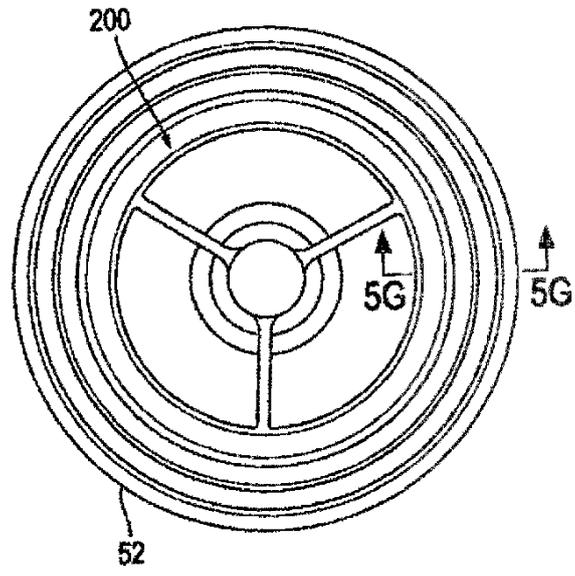


FIG. 5F

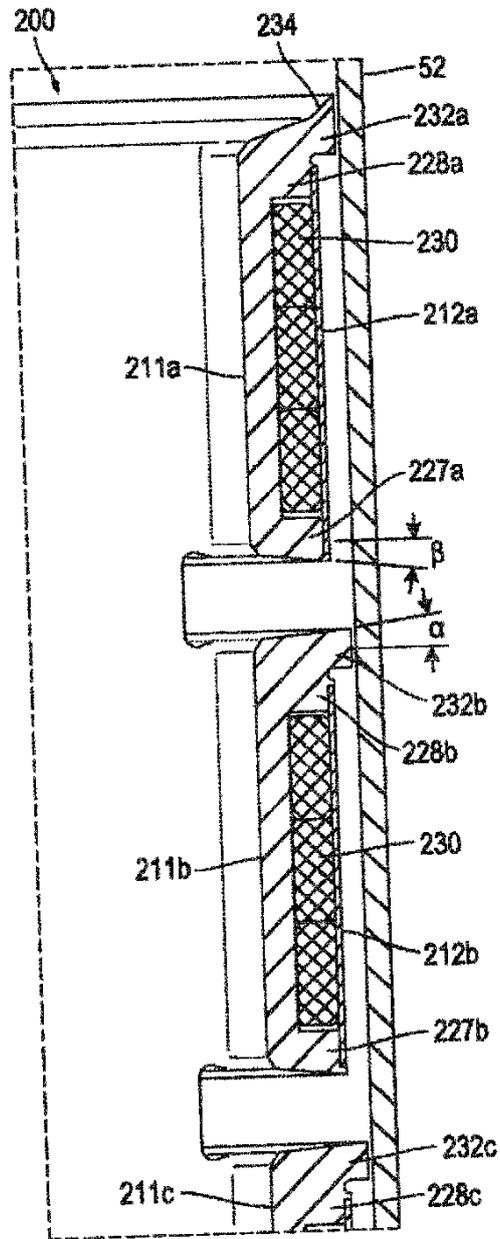


FIG. 5G

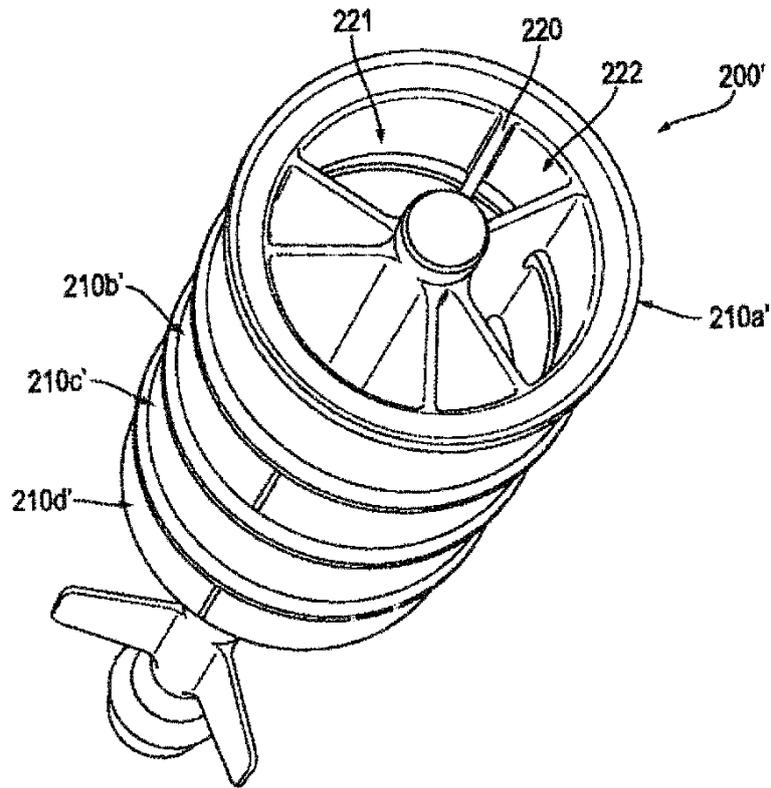


FIG. 5H

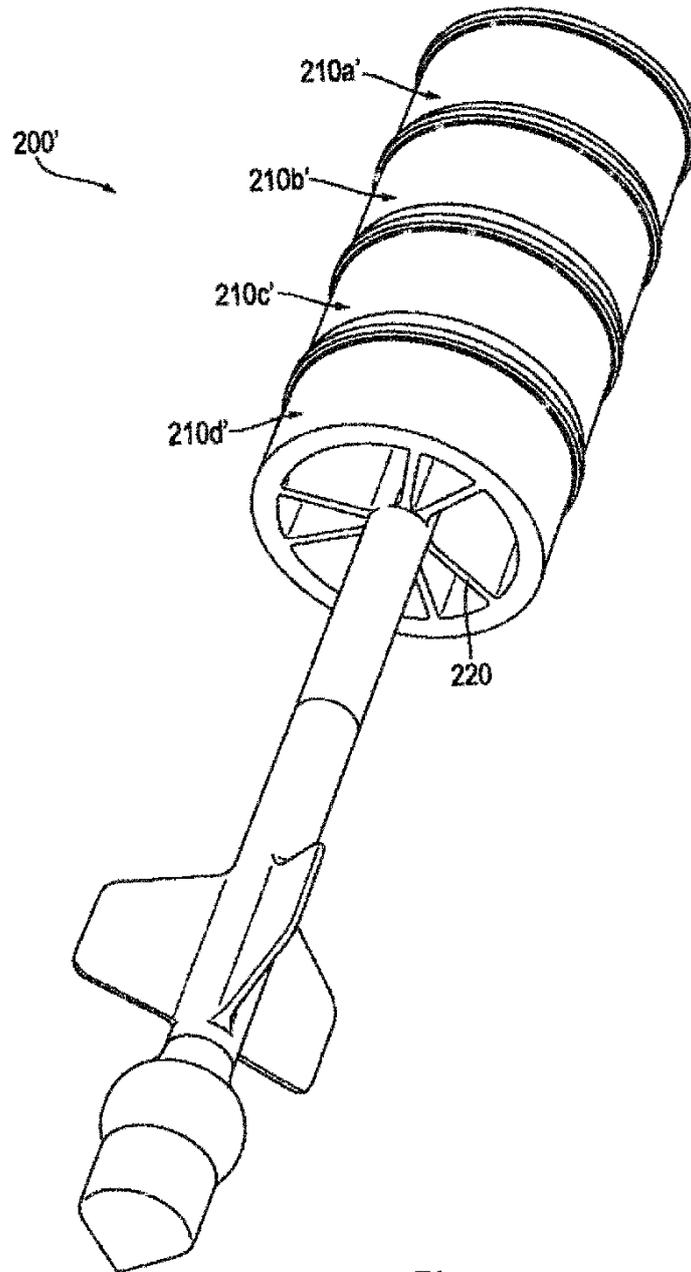


FIG. 5I

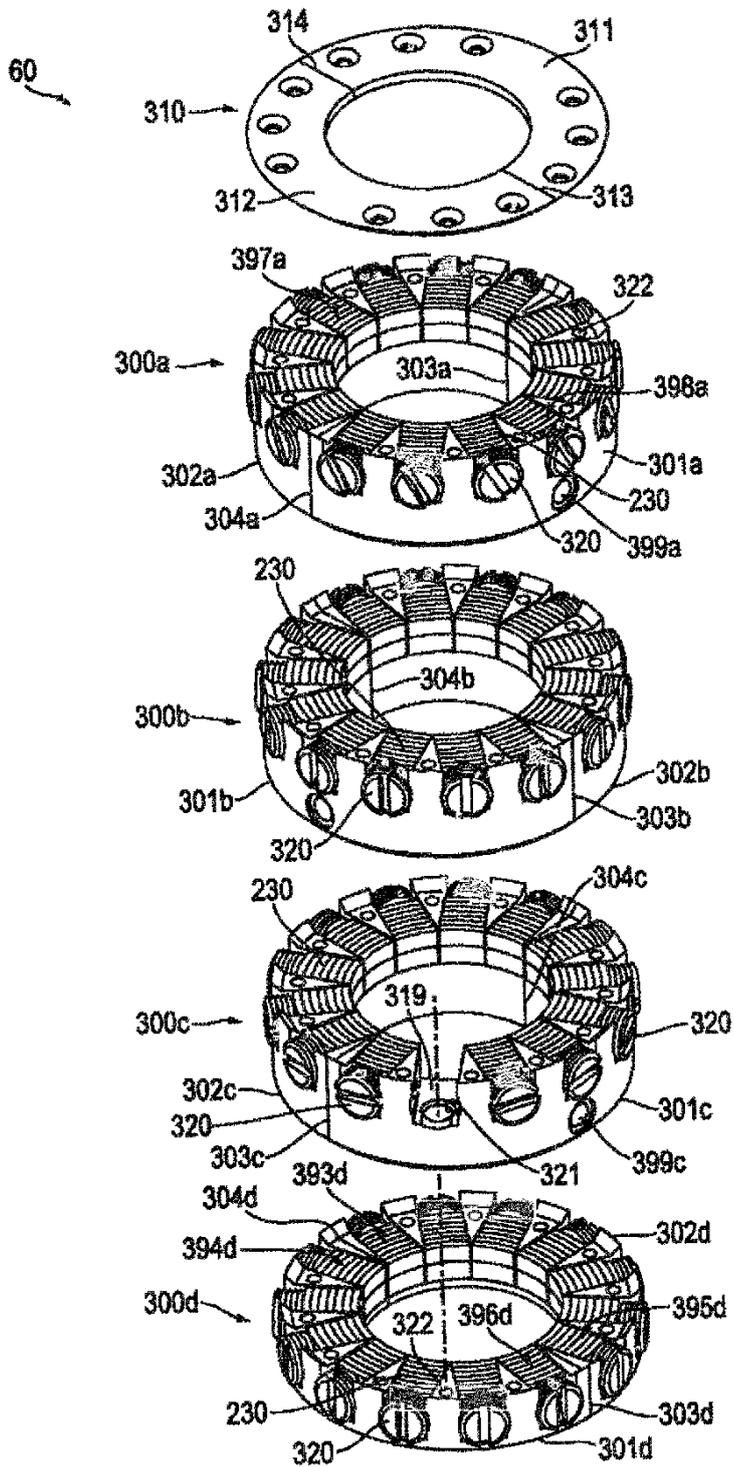


FIG. 6B

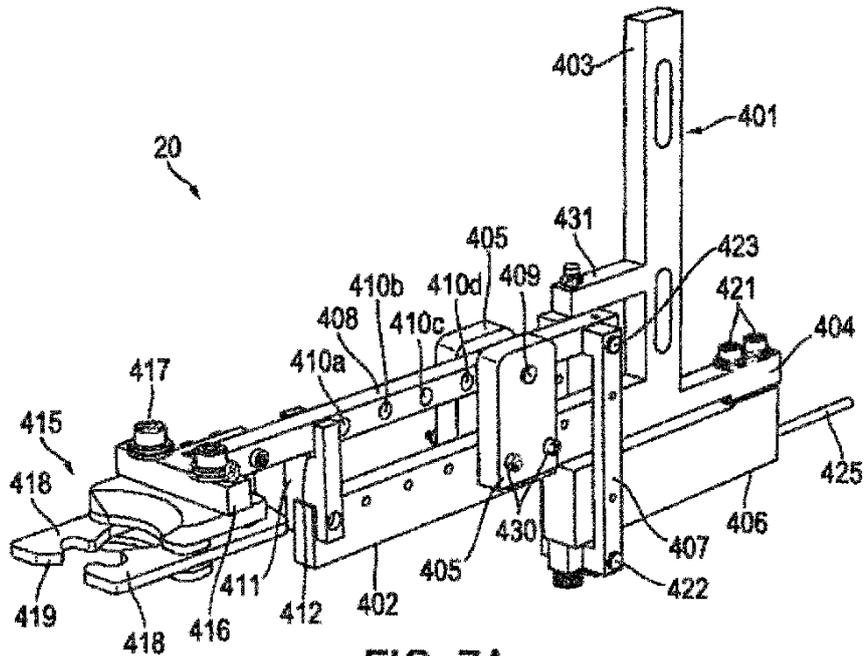


FIG. 7A

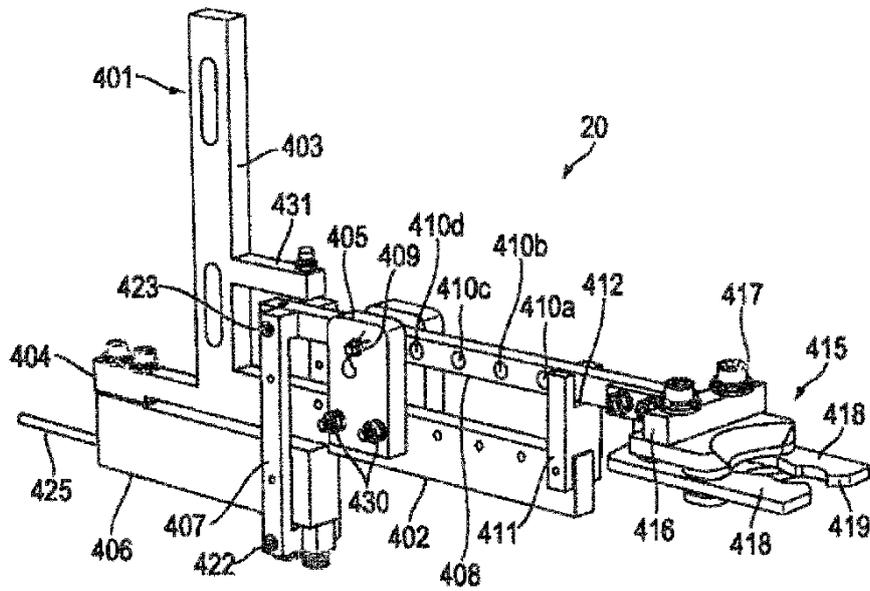


FIG. 7B

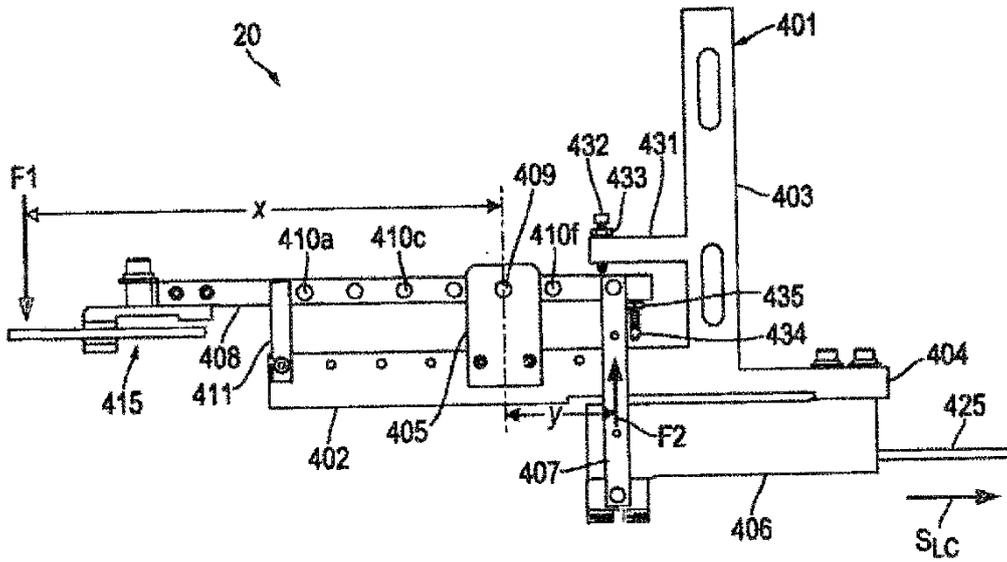


FIG. 7C

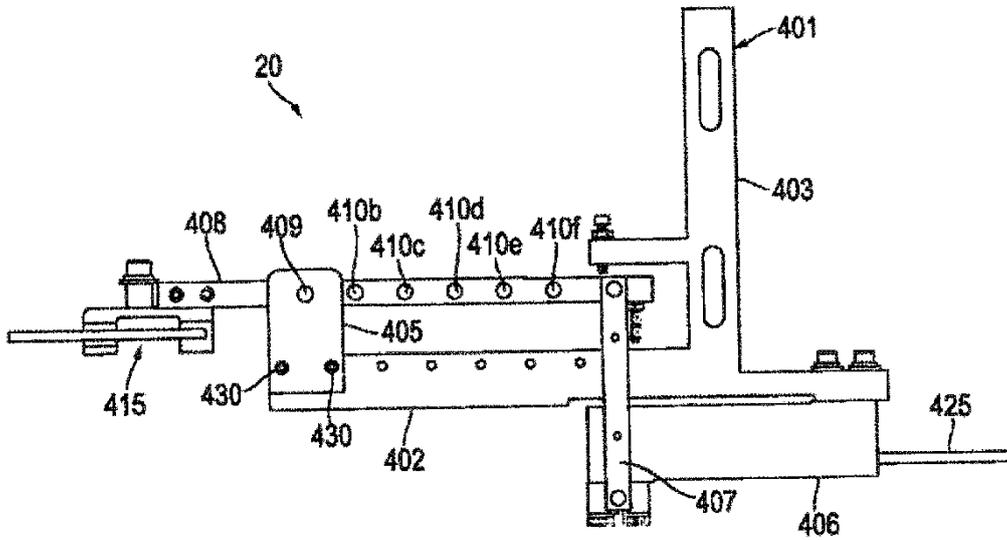
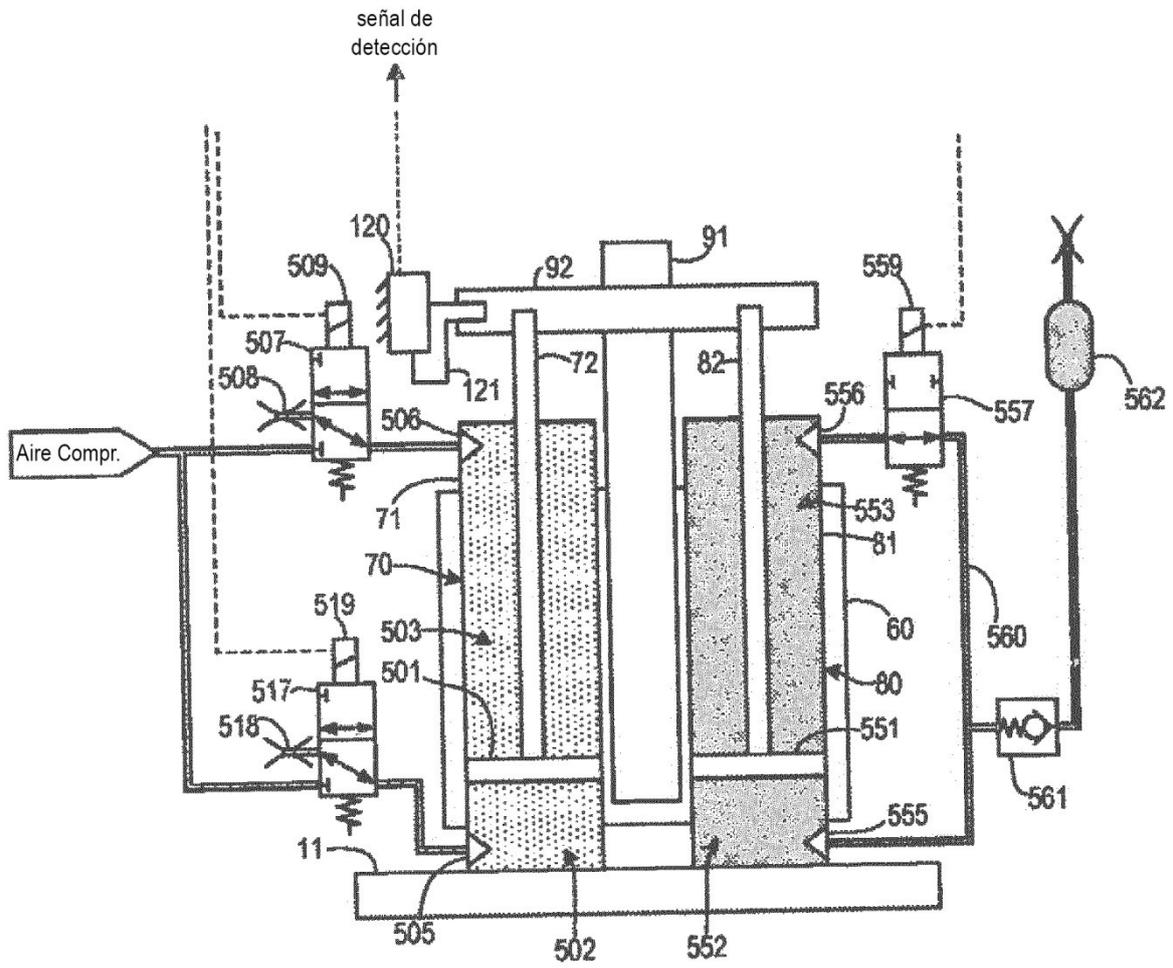


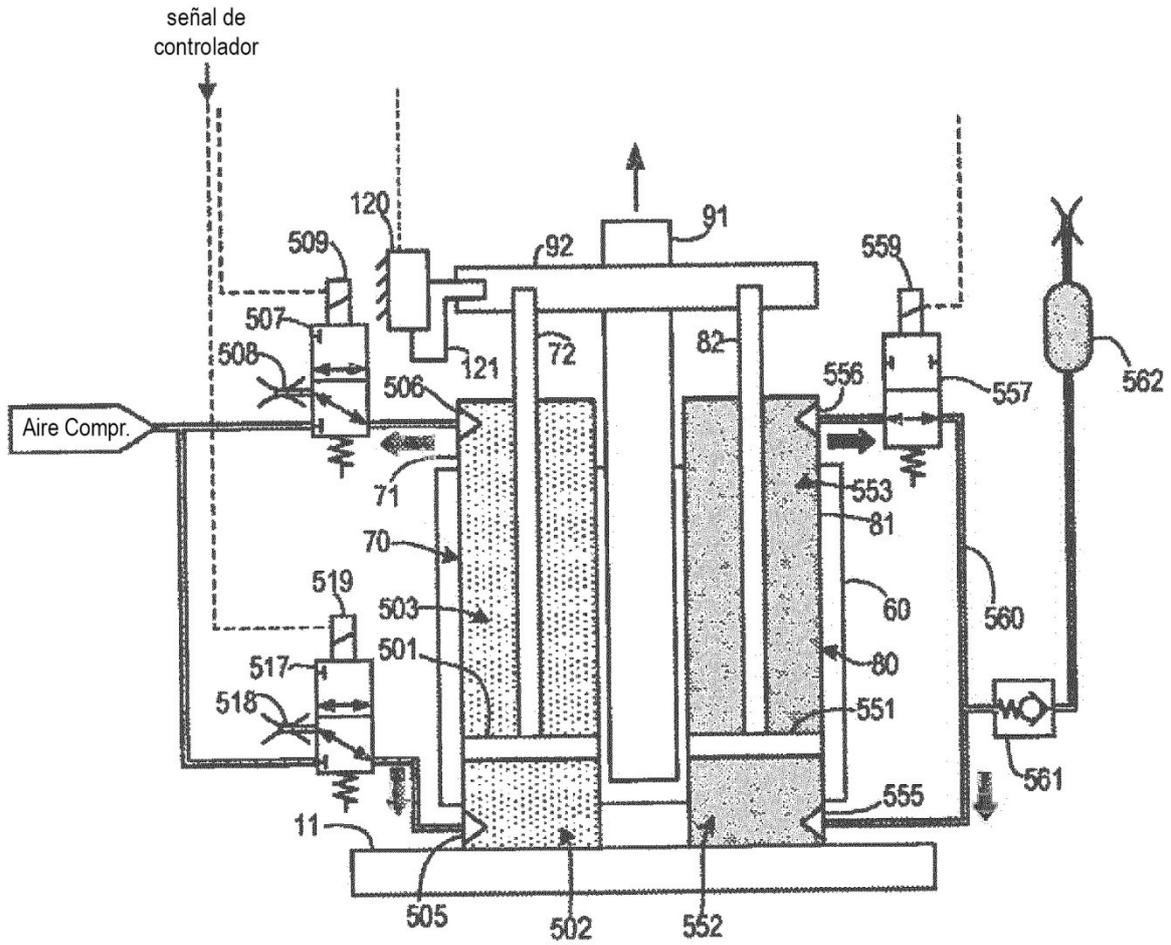
FIG. 7D



Hora = T1

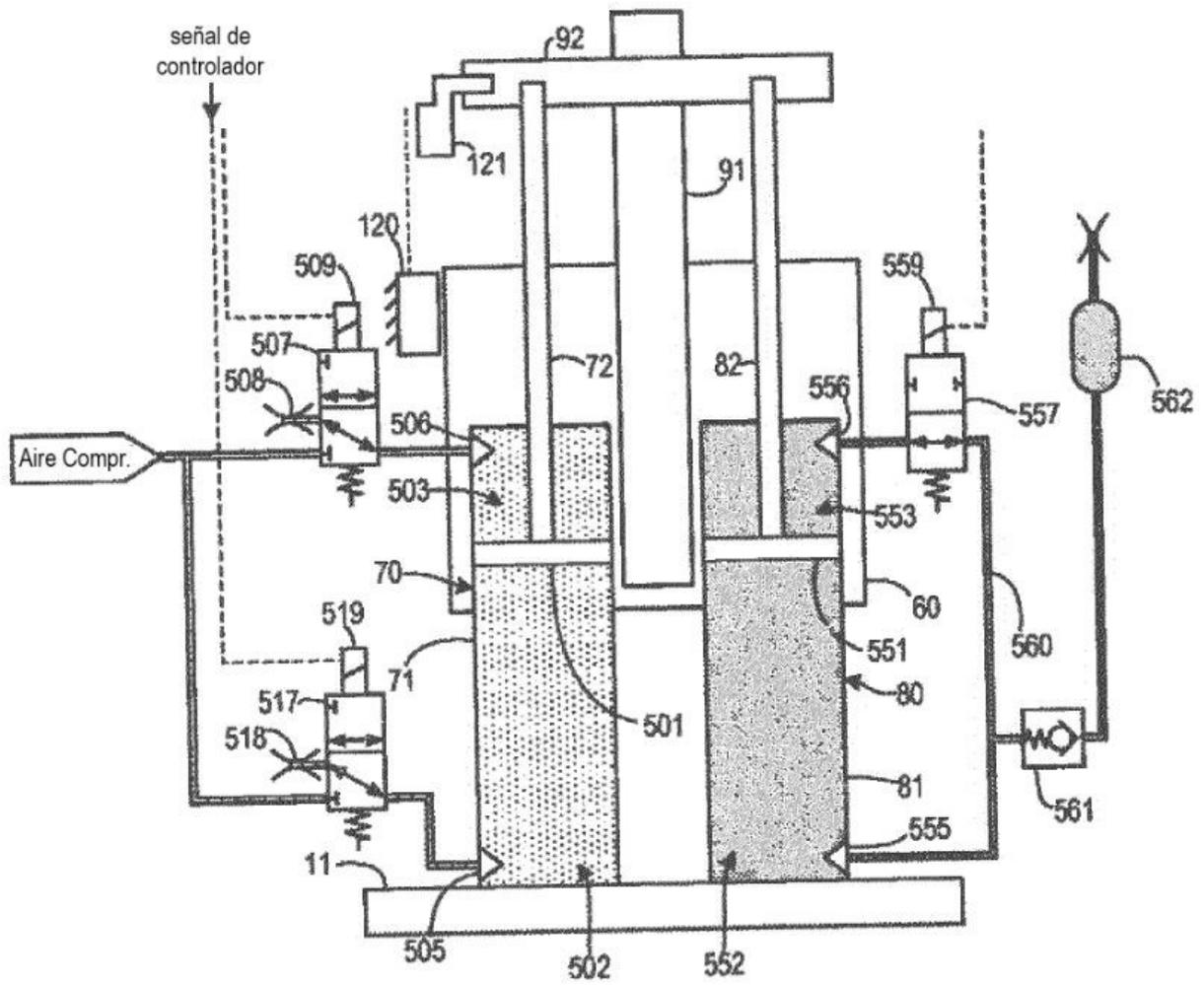
(válvula de llenado cerrada; la operación de llenado aún no ha comenzado)

FIG. 8A



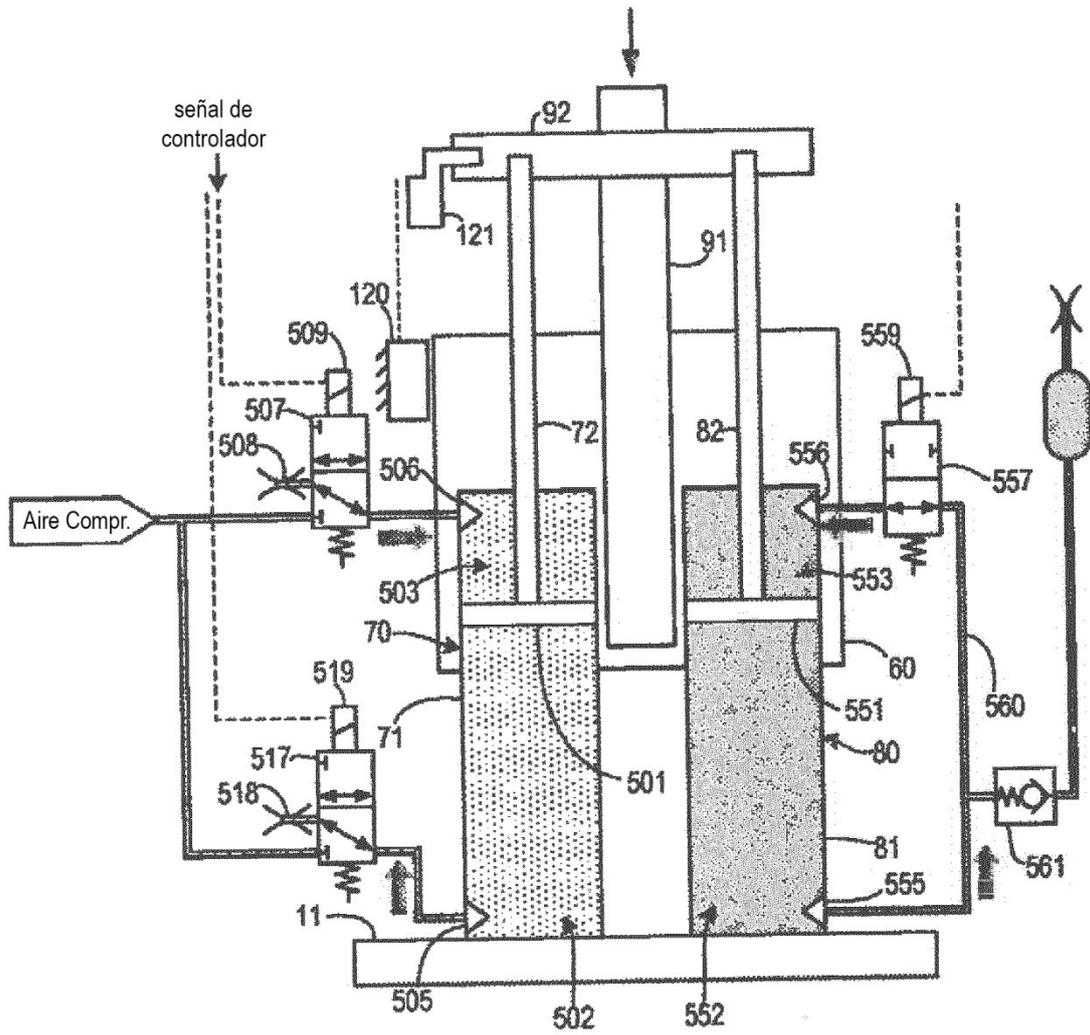
Hora = T2
 (la válvula de llenado comienza a abrirse)

FIG. 8B



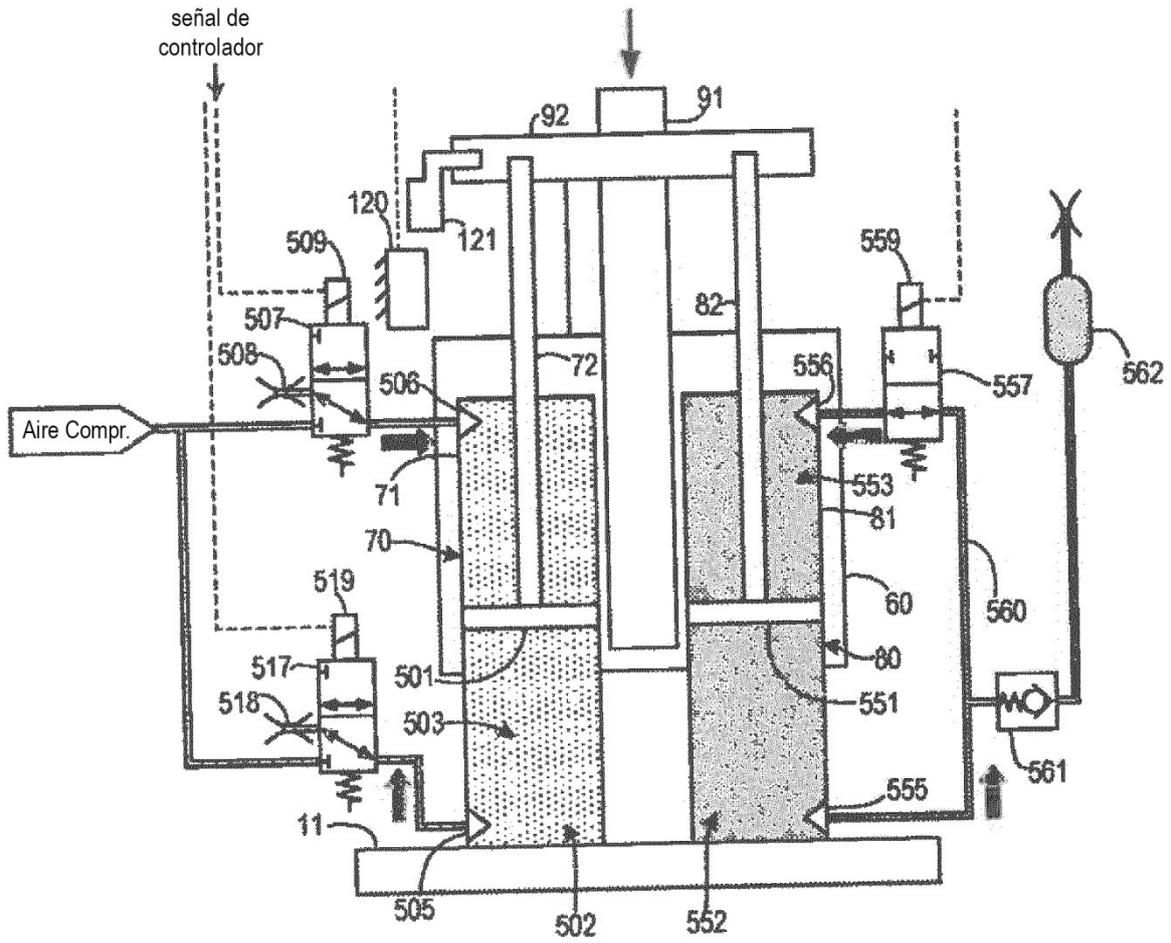
Hora = T3
 (válvula de llenado completamente abierta)

FIG. 8C



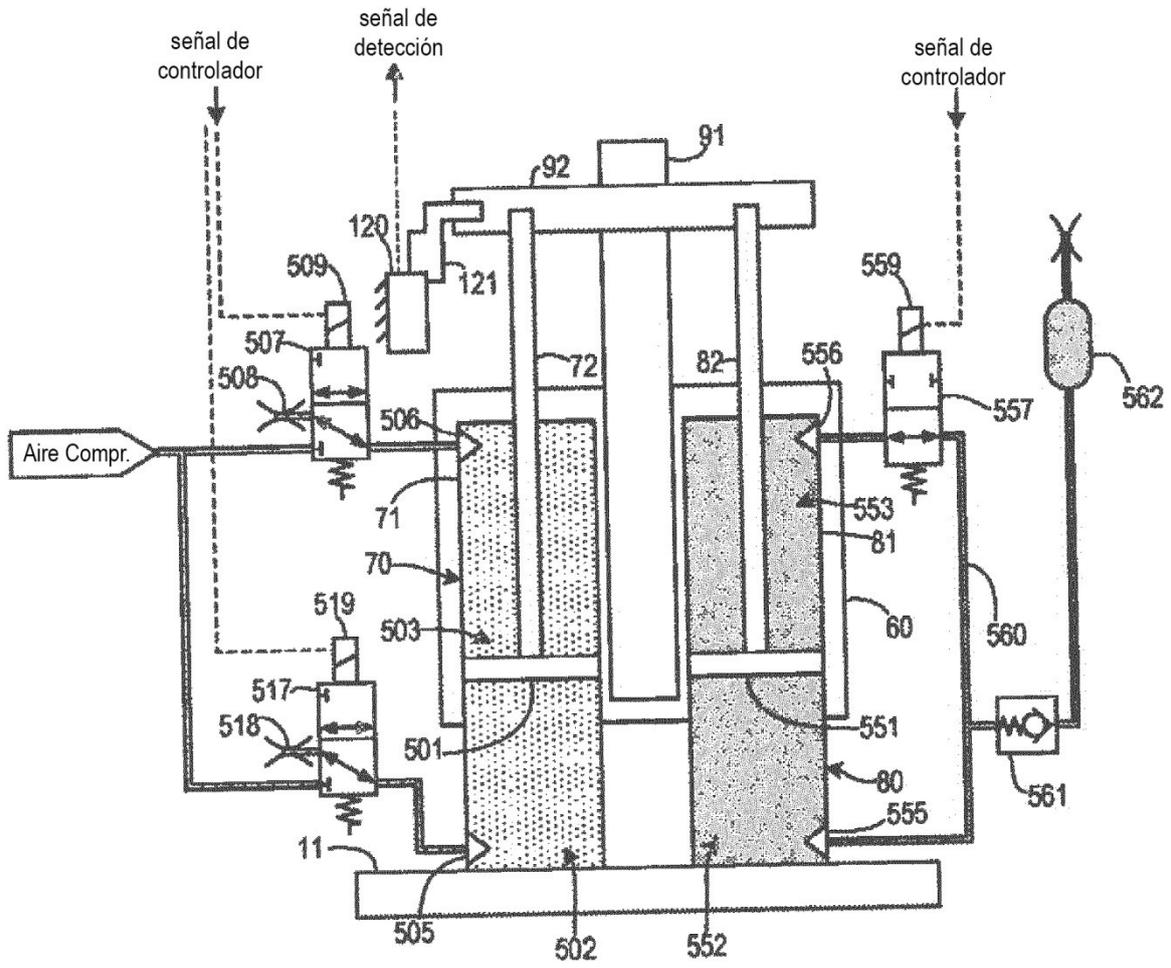
Hora = T4
("casi lleno")

FIG. 8D



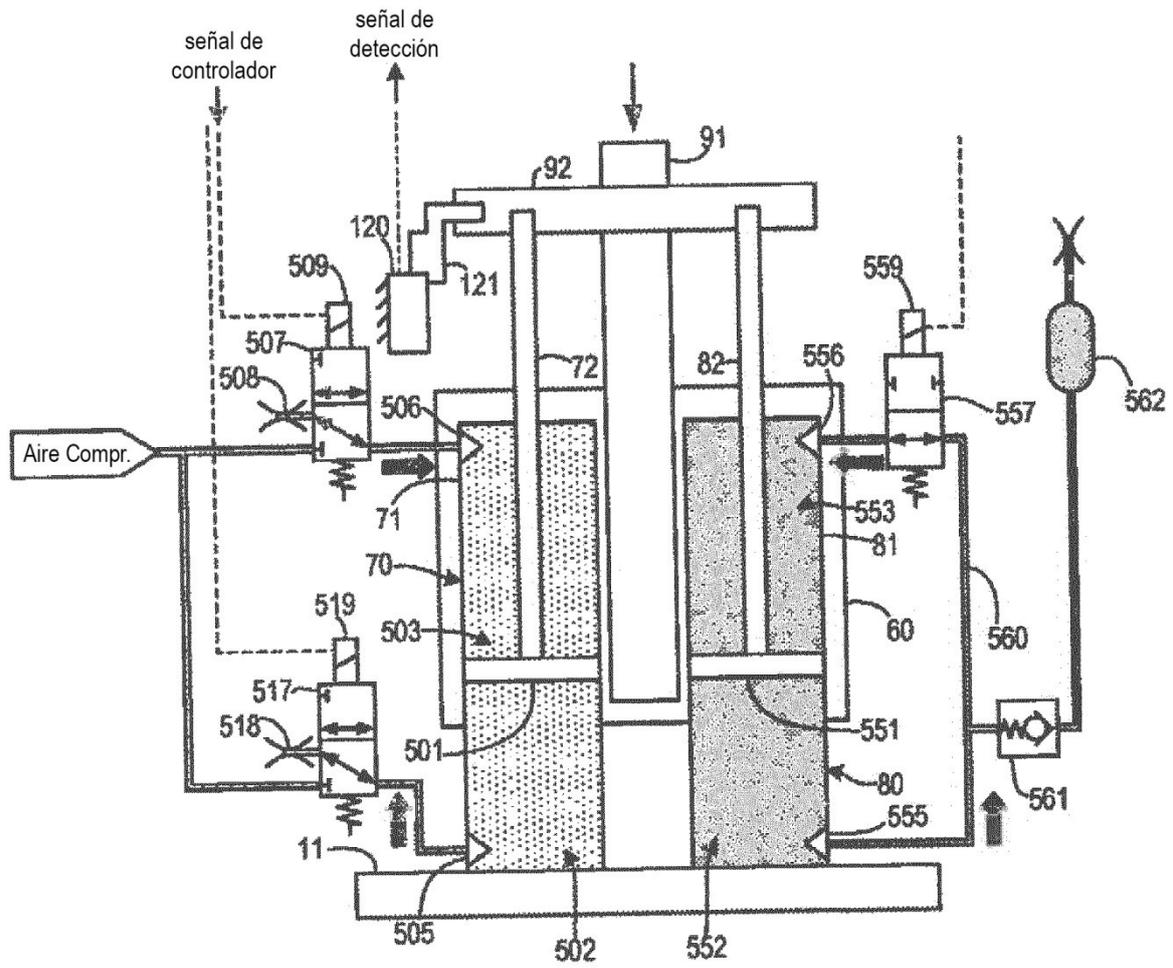
Hora = T5
 ("casi lleno"; cierre de la válvula de llenado)

FIG. 8E



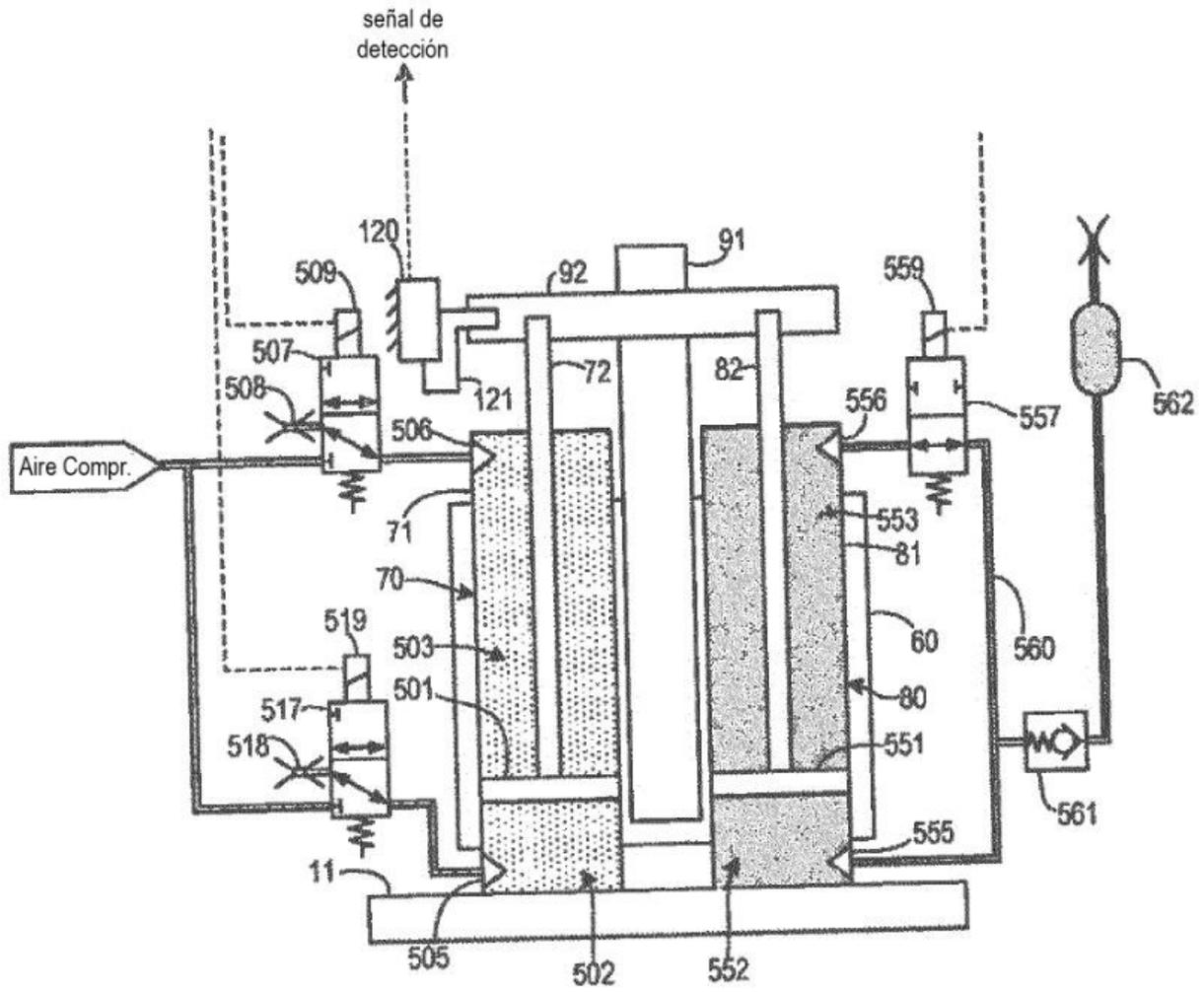
Hora = T6
 (punto de ajuste de flujo bajo alcanzado)

FIG. 8F



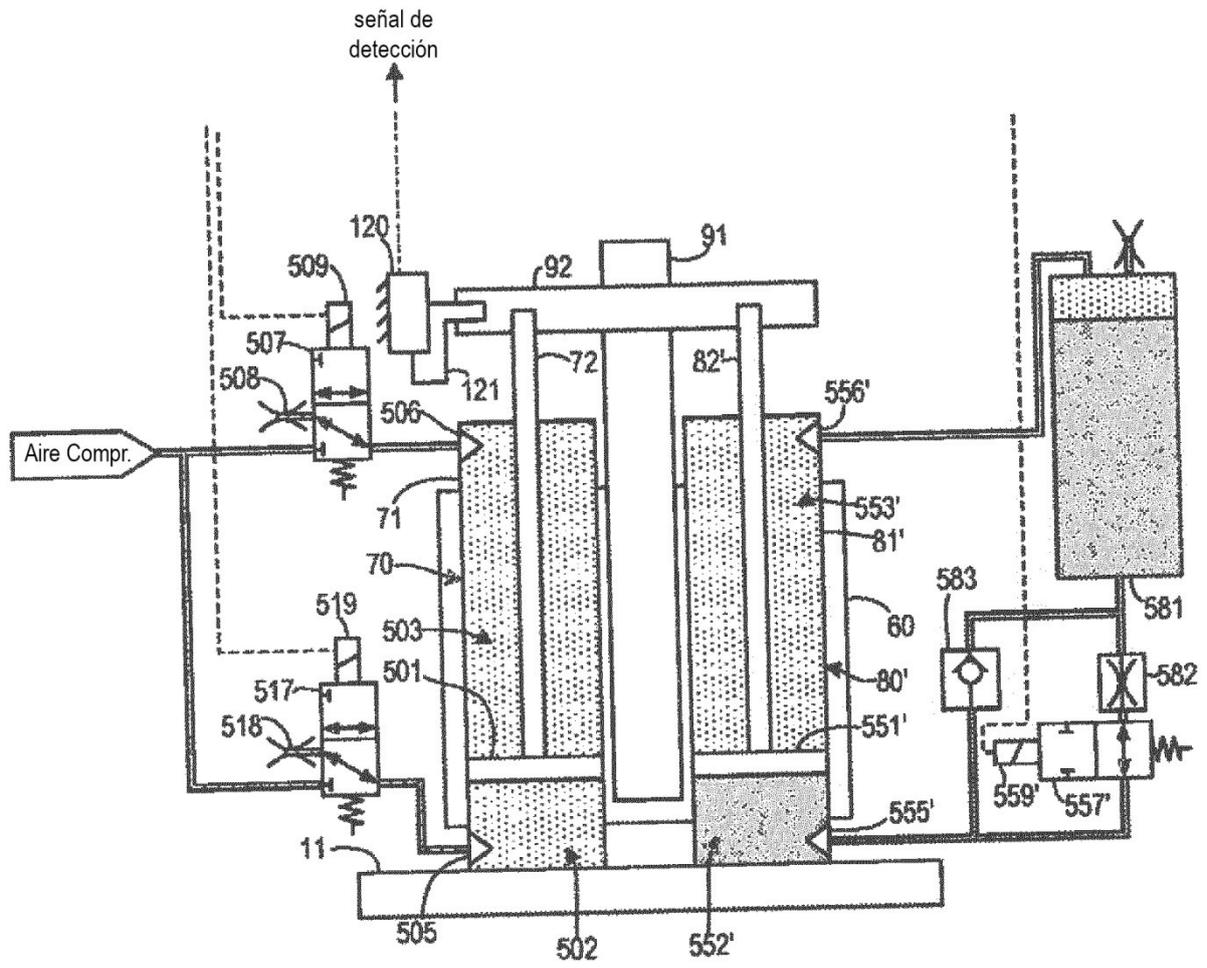
Hora = T7
 ("Ileno"; se reanuda el cierre de la válvula de llenado)

FIG. 8G



Hora = T8
(válvula cerrada)

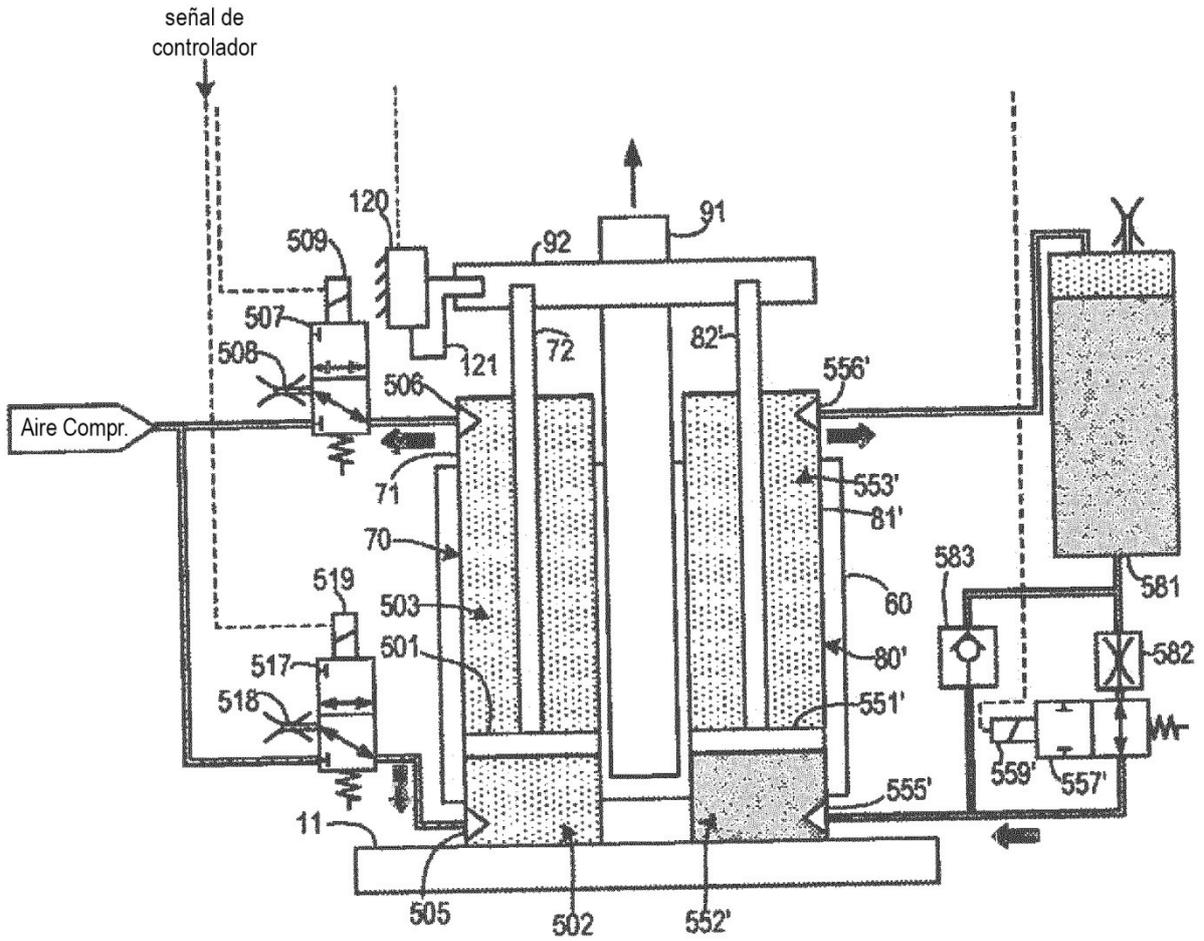
FIG. 8H



Hora = T1

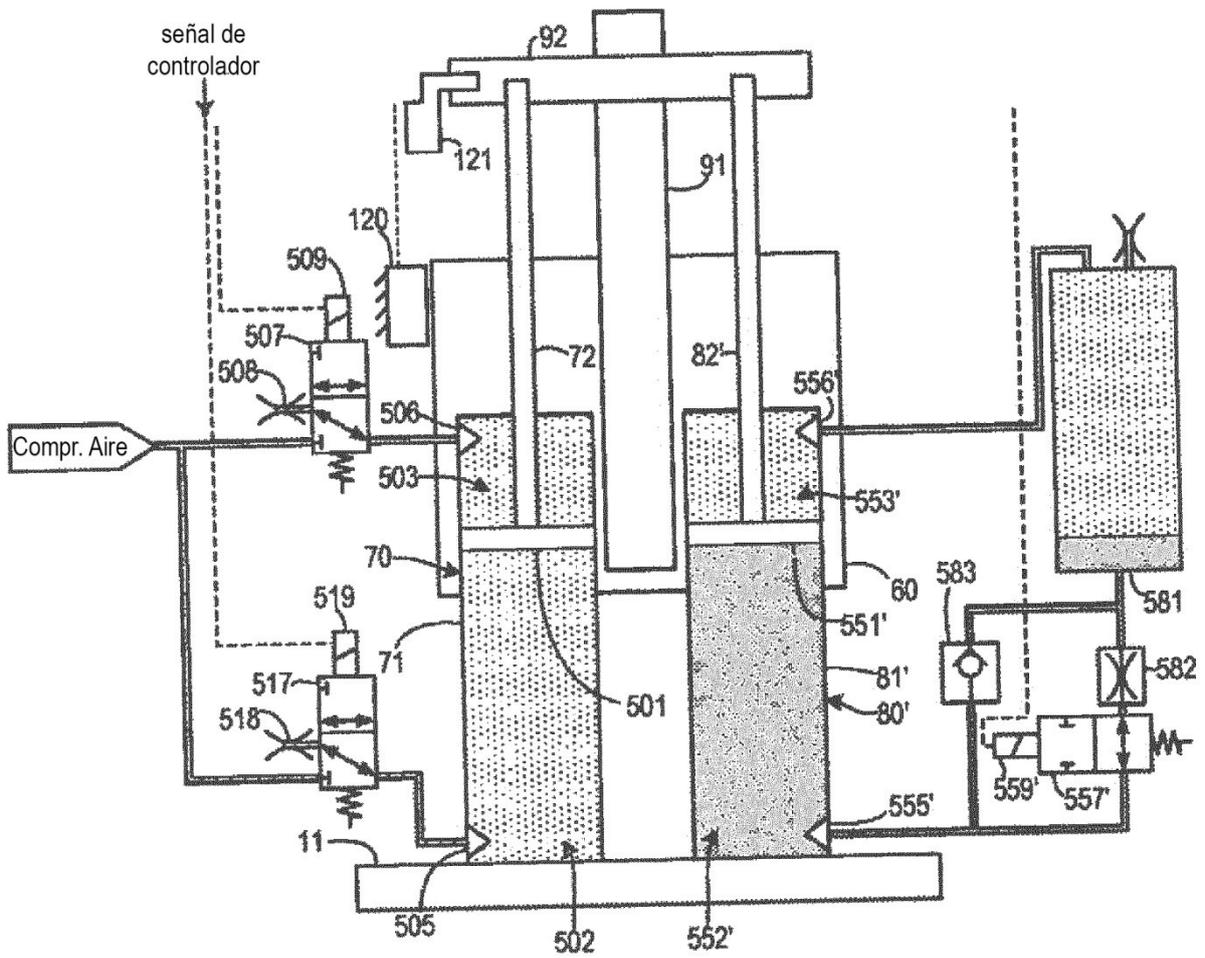
(válvula de llenado cerrada; la operación de llenado aún no ha comenzado)

FIG. 8I



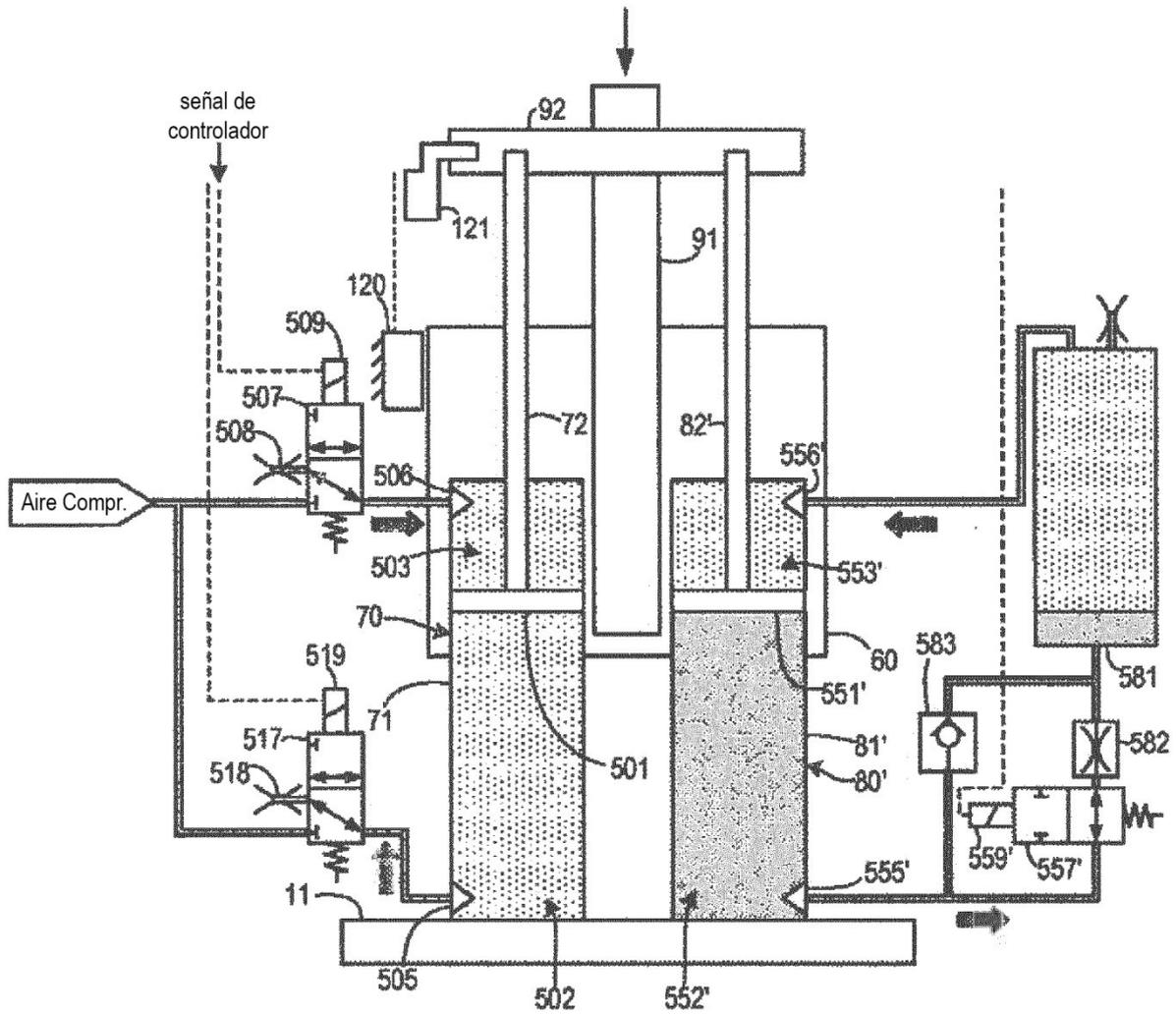
Hora = T2
 (la válvula de llenado comienza a abrirse)

FIG. 8J



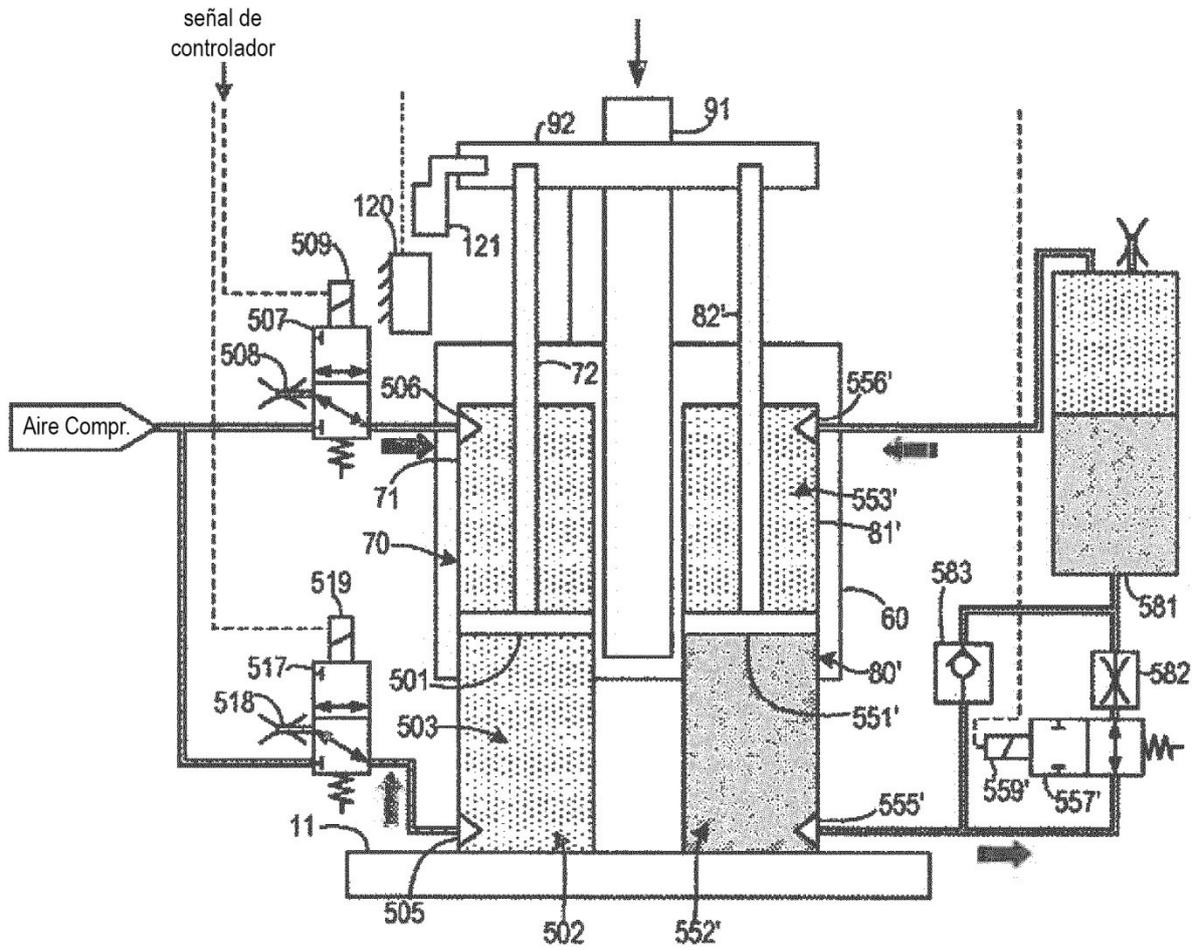
Hora = T3
 (válvula de llenado completamente abierta)

FIG. 8K



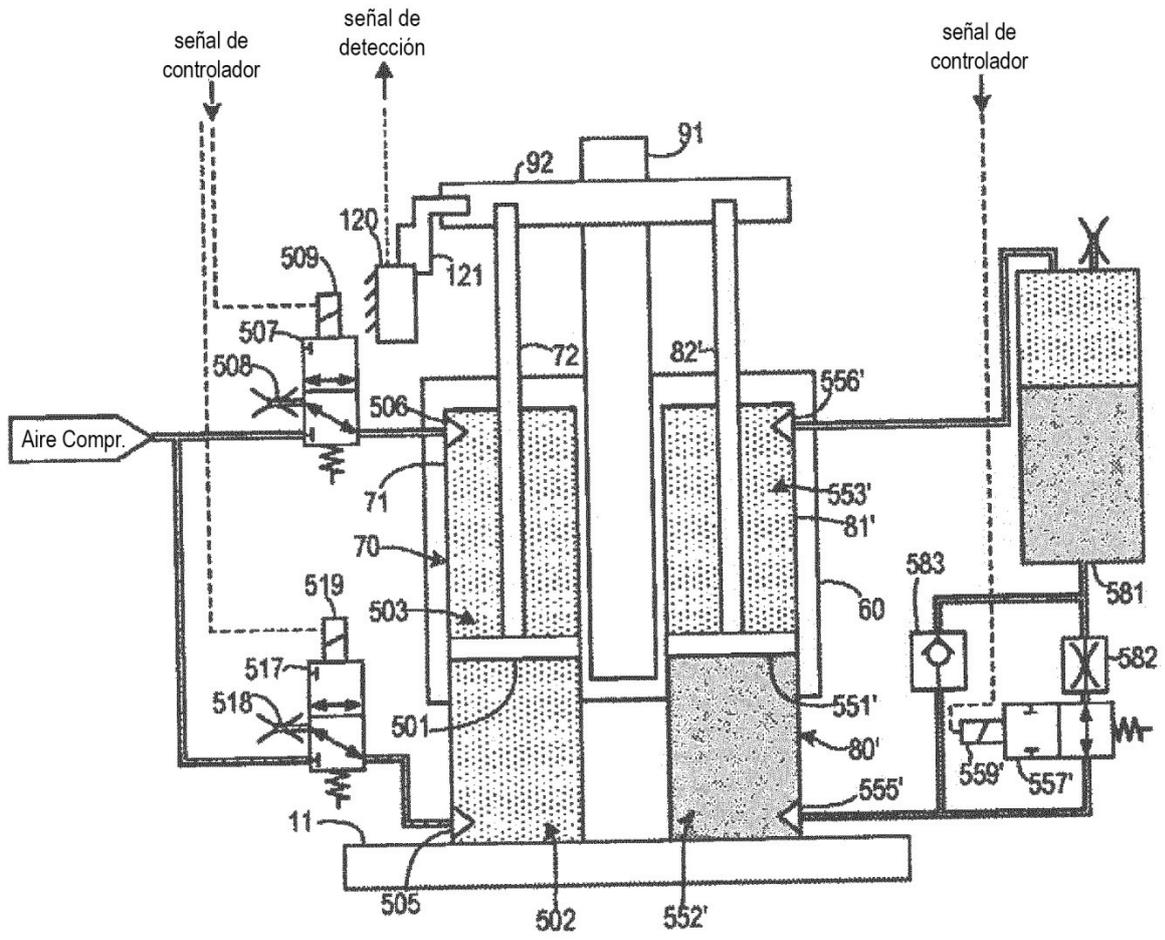
Hora = T4
("casi lleno")

FIG. 8L



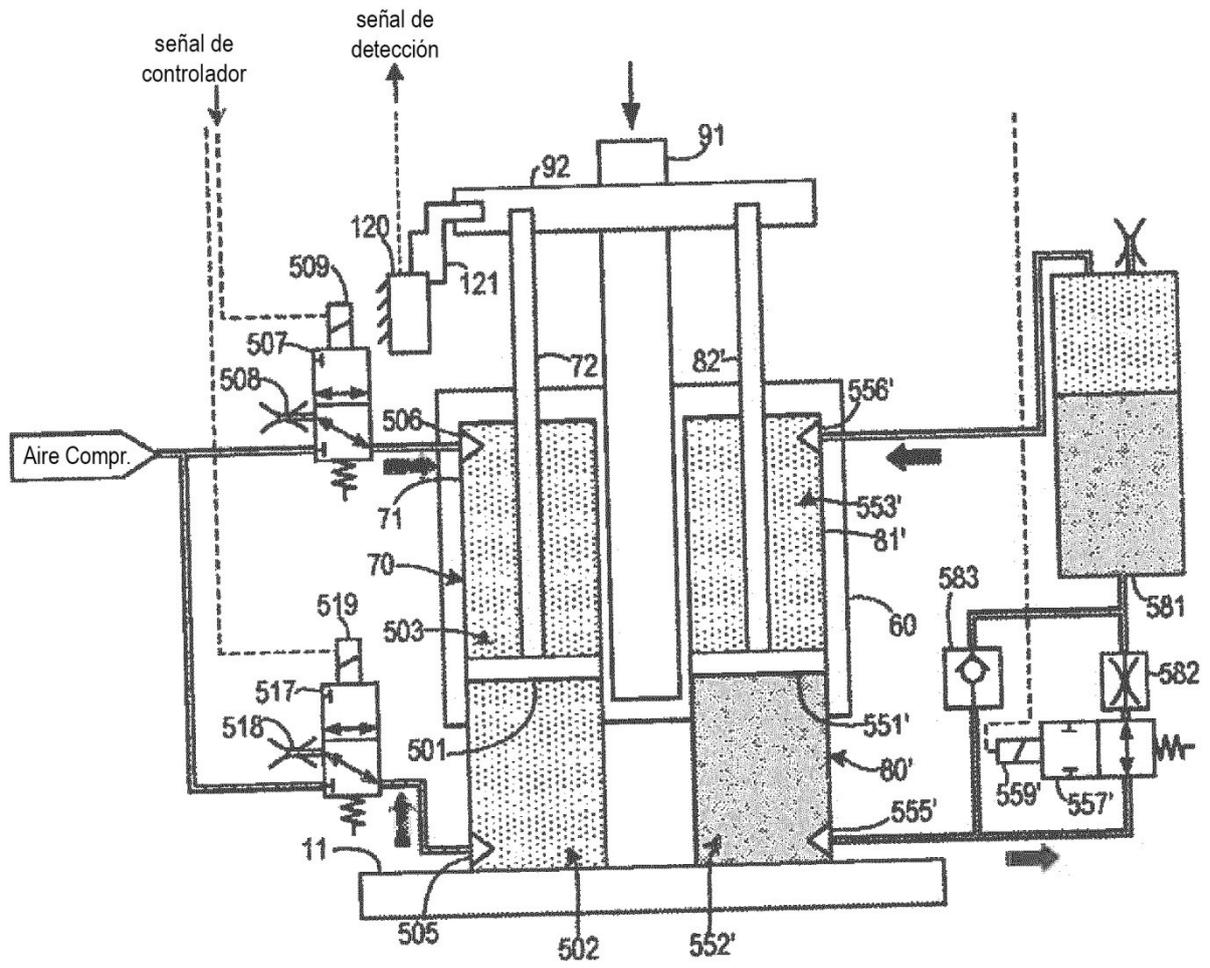
Hora = T5
 ("casi lleno"; cierre de la válvula de llenado)

FIG. 8M



Hora = T6
 (punto de ajuste de flujo bajo alcanzado)

FIG. 8N



Hora = T7

("lleno"; se reanuda el cierre de la válvula de llenado)

FIG. 80

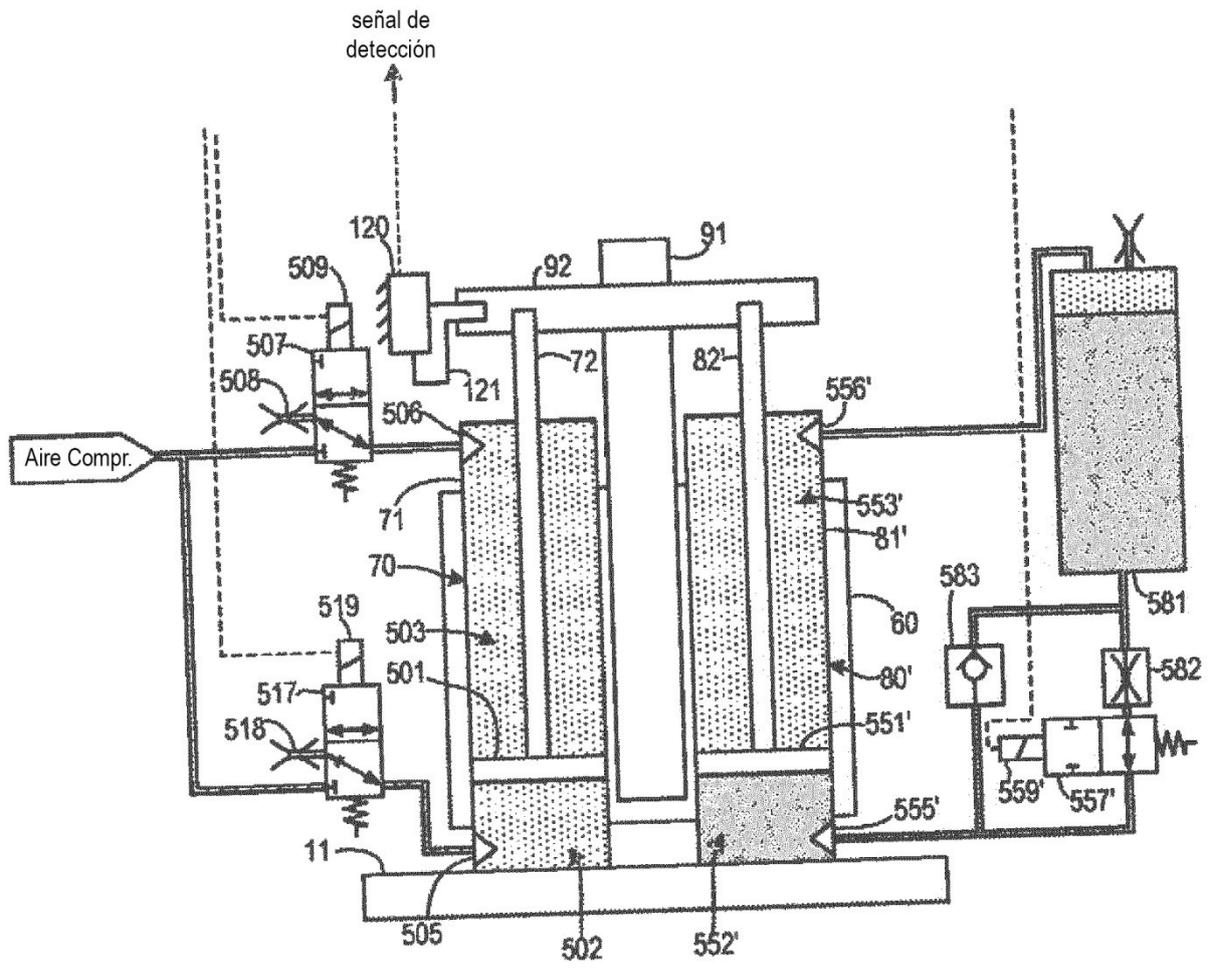


FIG. 8P

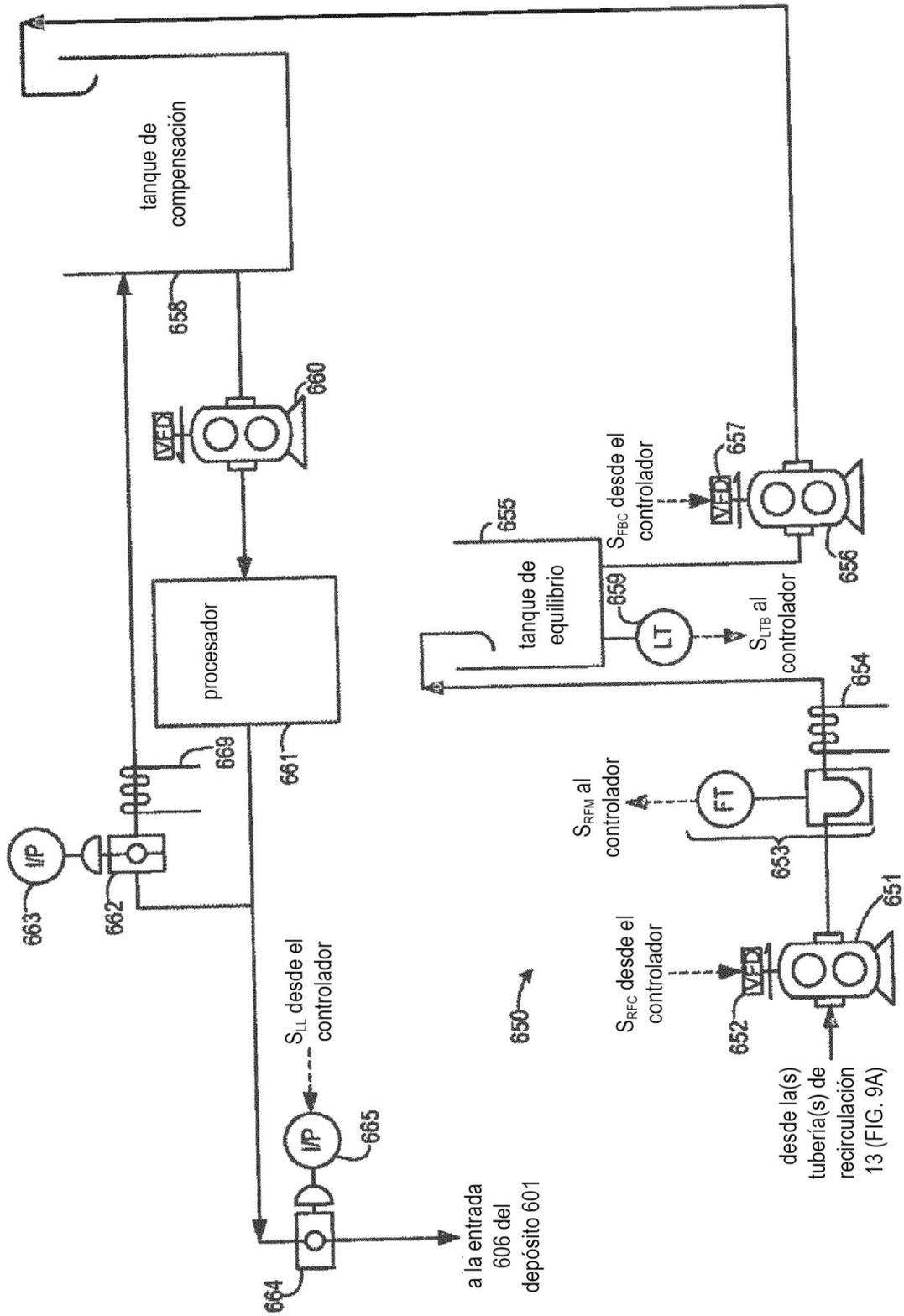


FIG. 9B

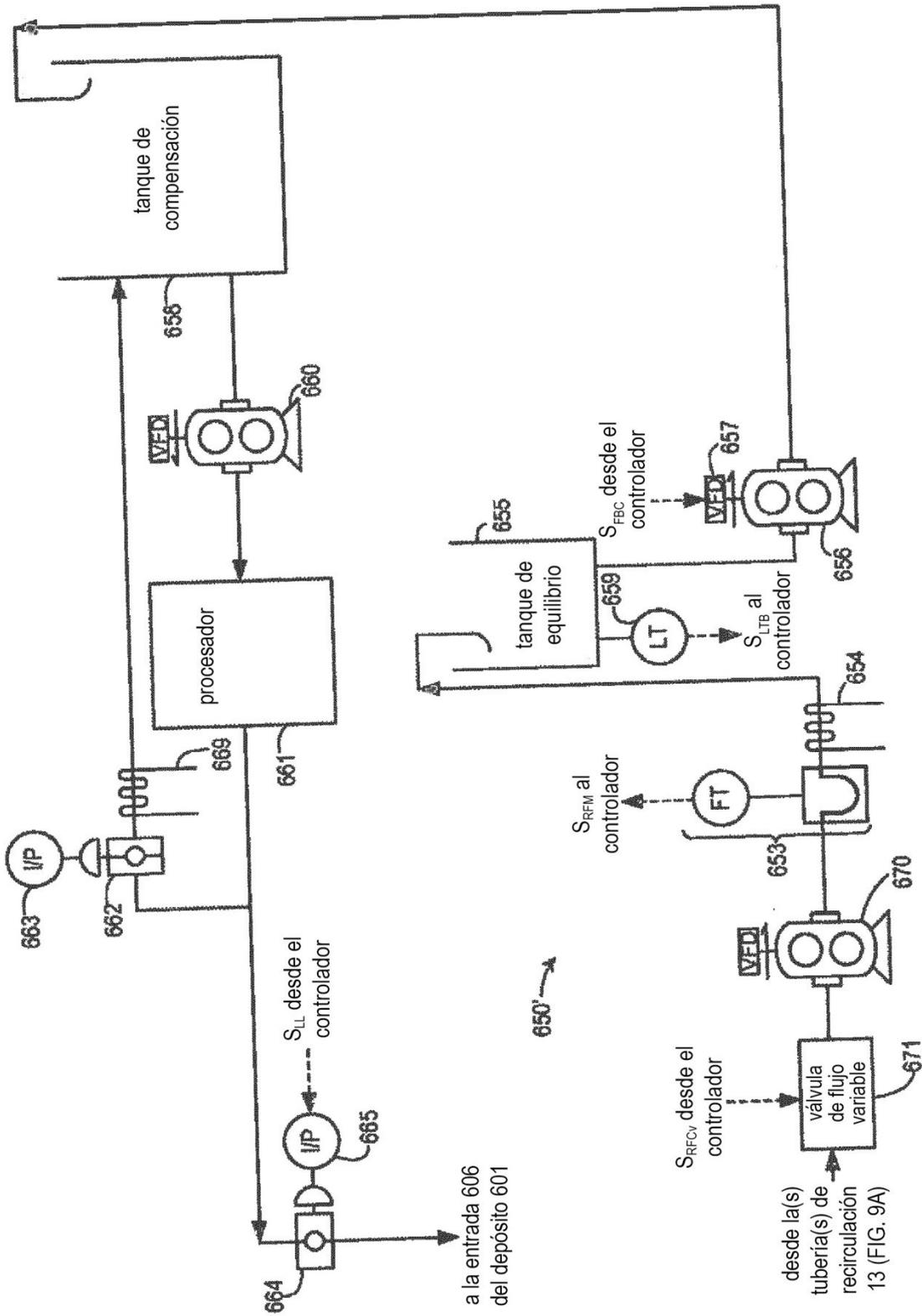


FIG. 9C

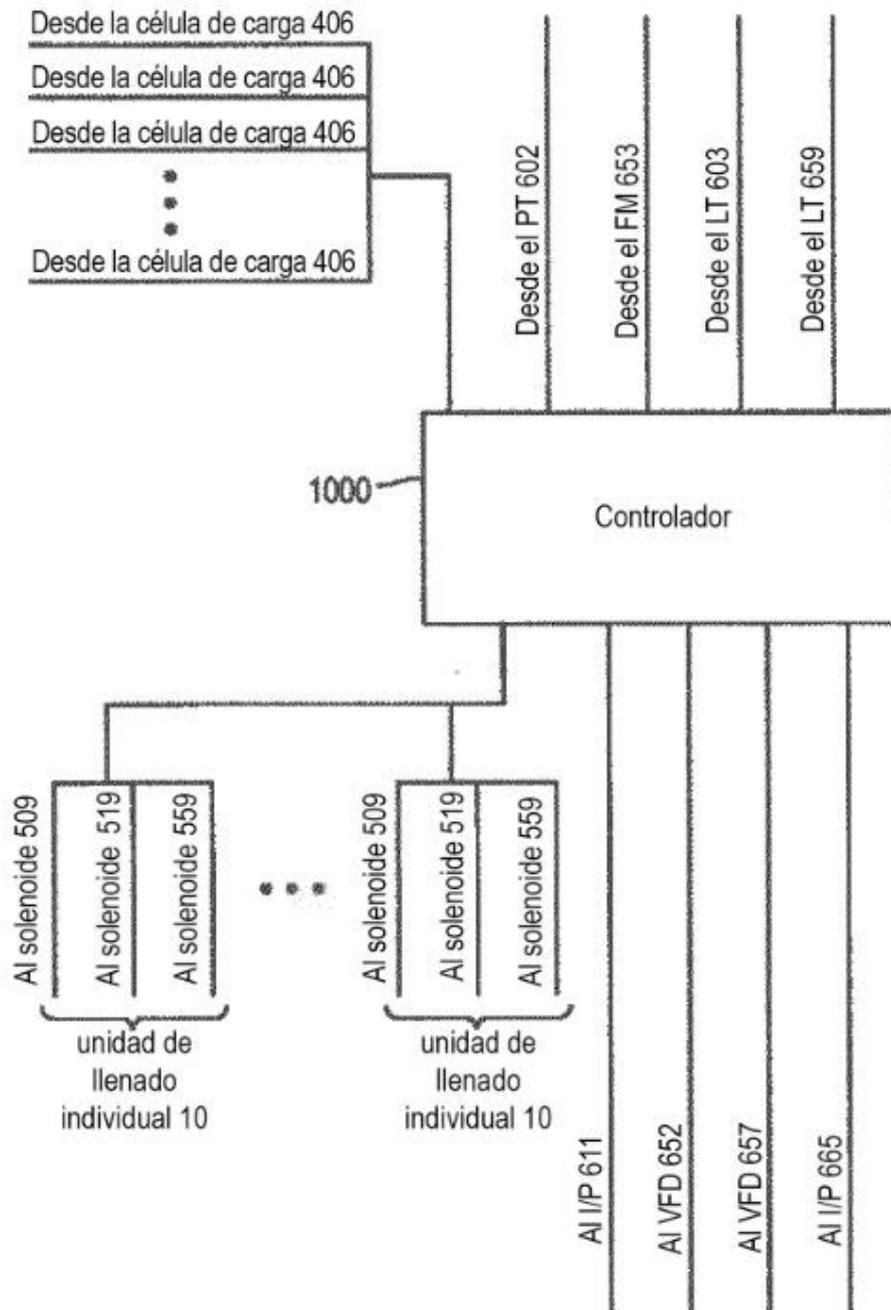


FIG. 10

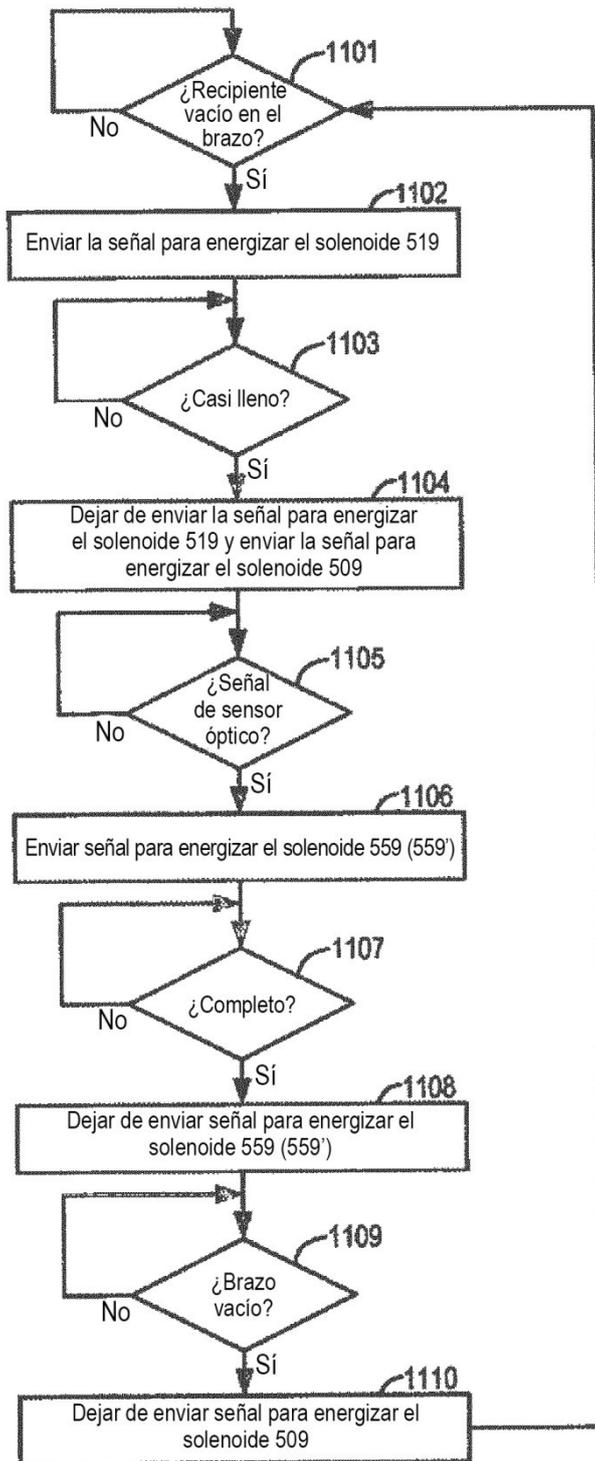


FIG. 11A

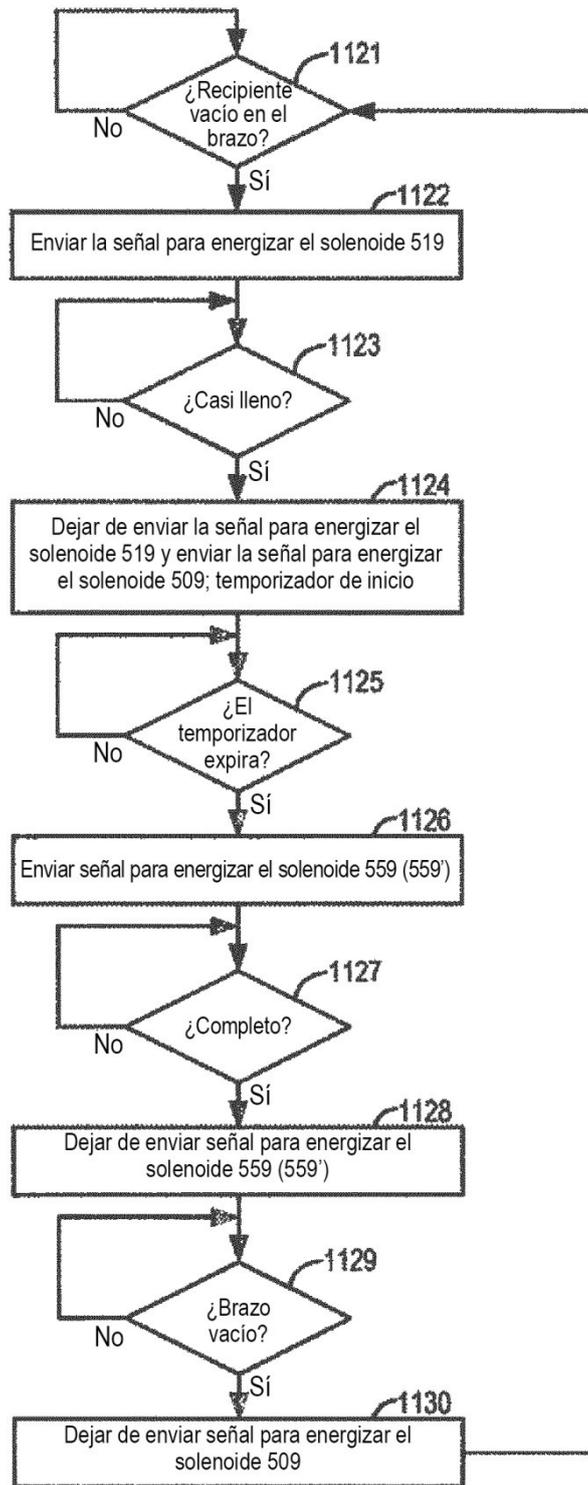


FIG. 11B

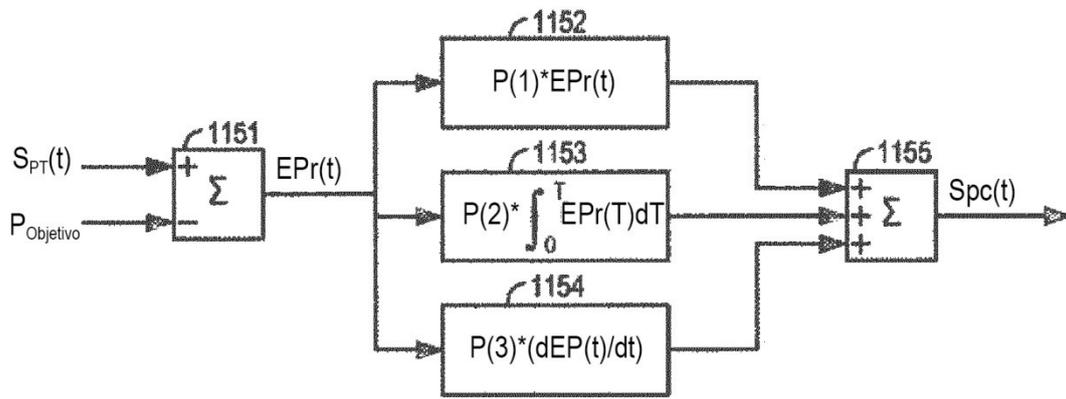


FIG. 11C

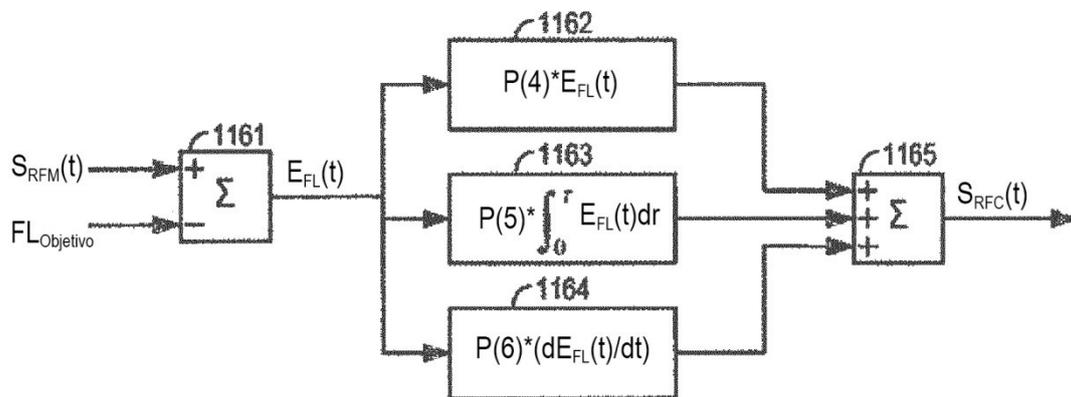
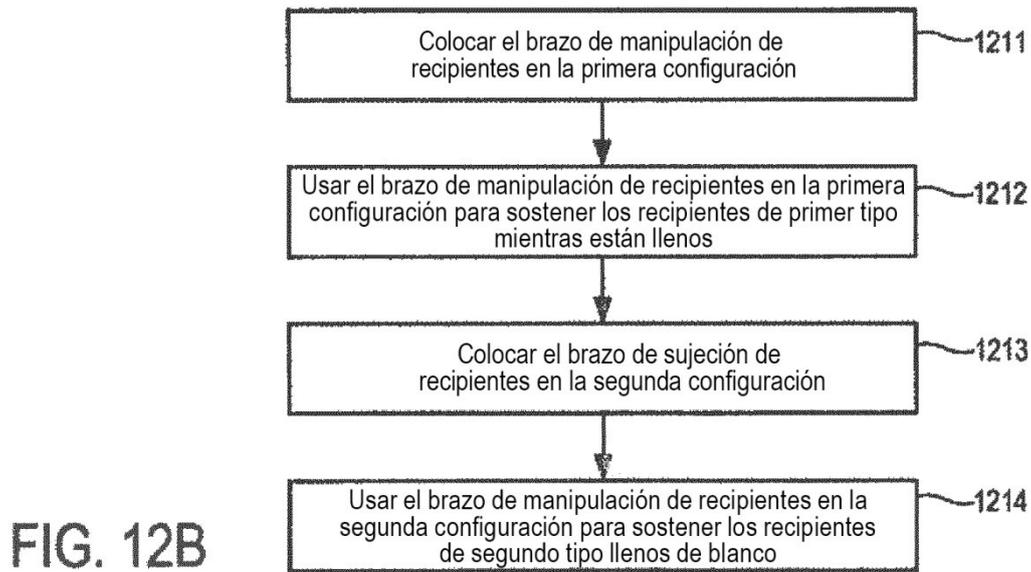
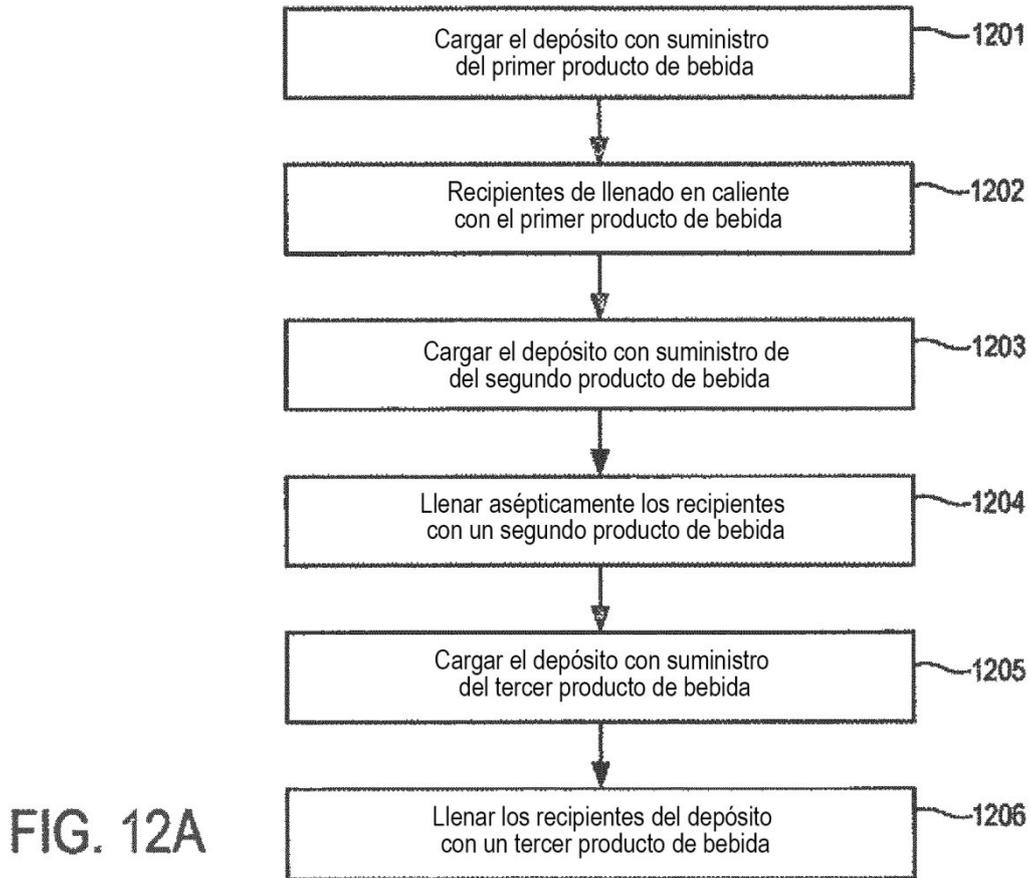


FIG. 11D



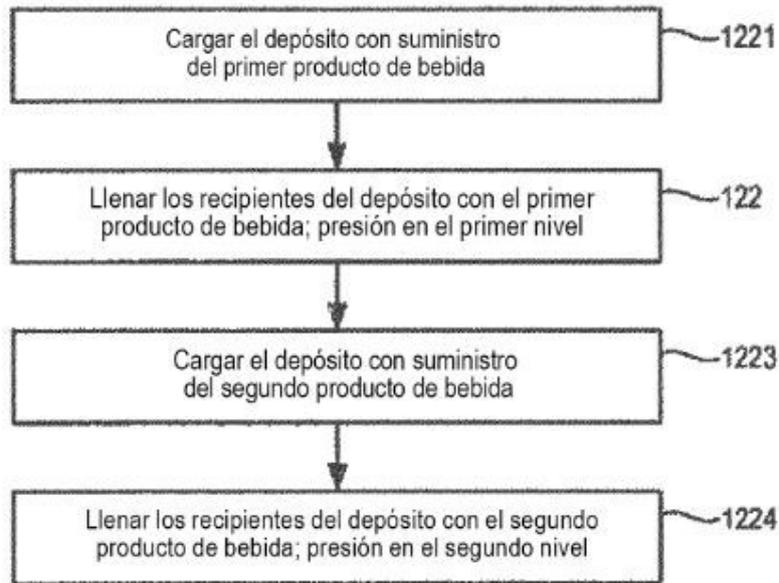


FIG. 12C

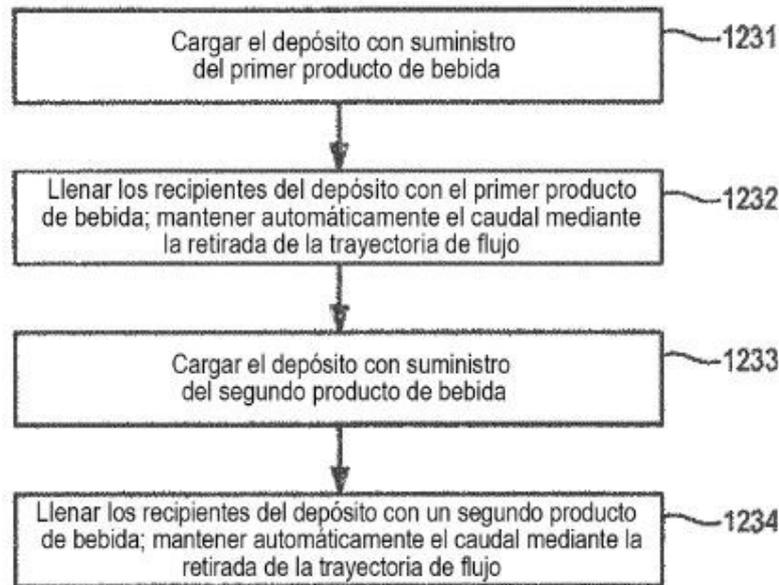


FIG. 12D