

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 779**

51 Int. Cl.:

<b>F04D 29/04</b>	(2006.01)
<b>F04D 15/00</b>	(2006.01)
<b>F04D 29/30</b>	(2006.01)
<b>G05D 13/10</b>	(2006.01)
<b>F01D 21/02</b>	(2006.01)
<b>F01B 25/06</b>	(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2012 PCT/US2012/031987**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO2012138650**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2012 E 12768460 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2694817**

54 Título: **Control de velocidad ajustable de regulador centrífugo**

30 Prioridad:

**07.04.2011 US 201161472692 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.06.2017**

73 Titular/es:

**GRACO MINNESOTA INC. (100.0%)  
88 11th Avenue N.E.  
Minneapolis, MN 55413-1894, US**

72 Inventor/es:

**BULLOCK, GEOFFREY, ALEXANDER y  
INGEBRAND, JOHN, RUSSELL**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 620 779 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

Control de velocidad ajustable de regulador centrífugo.

## 5 ANTECEDENTES

La presente invención se refiere, en general, a controles de velocidad para dispositivos neumáticos. Más en particular, la presente invención se refiere a reguladores centrífugos para motores de aire rotativos, tales como motores de aire rotativos de paletas.

10

Muchas herramientas neumáticas usan un motor de aire rotativo de paletas como entrada. Los motores de aire rotativos de paletas utilizan un flujo de aire comprimido para girar un árbol. En los motores de aire rotativos de paletas, un buje incluye una pluralidad de paletas en las que se produce una diferencia de presiones para girar el árbol. Normalmente, dichos motores funcionan con un suministro de comprimido que se proporciona a una presión constante. Como tal, la velocidad del motor solo cambia dependiendo de la carga colocada en el árbol. Por ejemplo, en los agitadores de pintura, la velocidad de un motor de aire, que se usa para rotar el agitador, aumenta a medida que disminuye el volumen de pintura de su recipiente. La falta de un control de velocidad de motor de aire es aceptable en situaciones en que no es necesario un control de velocidad preciso o cuando el operario puede controlar con habilidad el rendimiento de la herramienta neumática. No obstante, es aconsejable limitar la velocidad a la que puede funcionar el motor de aire para evitar condiciones de funcionamiento adversas de la herramienta neumática. Por ejemplo, es aconsejable limitar la velocidad de los agitadores de pintura para evitar una introducción innecesaria de aire en la pintura. Por consiguiente, muchos motores de aire rotativos de paletas están provistos de reguladores que simplemente limitan la velocidad máxima del árbol de salida.

15

20

25

Los reguladores centrífugos se usan, convencionalmente, con herramientas neumáticas que funcionan con motores de aire rotativos de paletas. Los reguladores centrífugos normalmente comprenden un par de pesos que están acoplados al árbol de motor de aire. Cuando el árbol rota, la fuerza centrífuga presiona los pesos radialmente hacia fuera, en dirección opuesta al árbol. Un mecanismo de parada está posicionado adyacente a los pesos, de manera que el suministro de aire al motor se interrumpa cuando el árbol rote lo suficientemente rápido como para impulsar los pesos hacia el mecanismo de parada. Por lo tanto, estos tipos de reguladores centrífugos solo proporcionan un mecanismo sencillo de encendido/apagado. Siempre que el árbol rote por debajo de una velocidad límite, el motor de aire rotará a la velocidad que imponga la carga del árbol. A una velocidad límite, se priva temporalmente al motor de aire de todo flujo de aire, hasta que disminuye la velocidad del árbol.

30

35

Las herramientas neumáticas y los motores de aire rotativos de paletas pueden estar provistos de controles de velocidad externos que permiten una variación de la velocidad del árbol de motor de aire. Por ejemplo, se puede proporcionar una restricción, tal como una válvula de aguja, en el escape del motor de aire para limitar la cantidad de aire que puede salir del motor a velocidades altas, limitando de ese modo la caída de presión en el motor para evitar aumentos de velocidad. Asimismo, la entrada al motor se puede estrangular para lograr el mismo resultado. No obstante, estos estranguladores no controlan muy bien la velocidad del árbol cuando cambia la carga del árbol. Es aconsejable poder controlar con más precisión la velocidad de los motores de aire independiente de la carga colocada en el árbol, sin detener la potencia de rotación suministrada al árbol, tal como para uso en aplicaciones de agitadores de pintura. Por lo tanto, existe la necesidad de controles de velocidad y sistemas reguladores mejorados de herramientas neumáticas y motores de aire.

40

45

En el documento US3.384.343 se describe un control de velocidad para máquinas herramienta accionadas por aire. El control tiene una válvula controlada por regulador que limita la velocidad máxima de un motor. Una válvula accionada por activador está colocada en una línea de suministro. Un pistón de control puede estar conectado al activador o controlado de manera independiente para controlar la válvula de regulador para, de ese modo, variar la velocidad del motor.

50

## RESUMEN

La presente invención está dirigida a un regulador de velocidad de rotación para un motor de aire.

55

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un regulador centrífugo según se define en la reivindicación 1.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en perspectiva de un regulador centrífugo de la presente invención que tiene un control de velocidad ajustable para uso con un motor neumático.

La figura 2 es una vista en despiece ordenado del regulador centrífugo de la figura 1 que muestra un mecanismo de regulador centrífugo dispuesto dentro de una carcasa de regulador.

La figura 3 es una vista en perspectiva del mecanismo de regulador de la figura 2 que muestra una placa de levantamiento y brazos de peso perfilados acoplados a un árbol de regulador.

10 La figura 4 es una vista transversal del regulador centrífugo de la figura 1 que muestra un conducto de flujo de aire a través del mecanismo de regulador.

La figura 5 es una vista transversal del regulador centrífugo de la figura 1 que muestra la interacción del mecanismo de regulador con el conducto de flujo de aire de la figura 4.

15

Las figuras 6A y 6B muestran el desplazamiento de una placa de levantamiento para diferentes posiciones de los brazos de peso perfilados del mecanismo de regulador de las figuras 2 a 5.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

20

La figura 1 es una vista en perspectiva de un regulador centrífugo (10), que tiene un control de velocidad ajustable, para uso con un motor neumático. El regulador centrífugo (10) incluye una carcasa inferior (12), una carcasa superior (14), una cubierta (16), un botón (18), una entrada (20), una salida (22) y un acoplamiento (24). El regulador (10) se usa para limitar el suministro de aire comprimido proporcionado a un motor de aire que se usa para accionar una máquina herramienta neumática. El regulador (10) está unido a un árbol del motor de aire en el acoplamiento (24). Normalmente, el acoplamiento (24) se une a un extremo descubierto del árbol, opuesto al extremo de accionamiento. Aire comprimido se dirige hasta la entrada (20), a través del regulador (10), y hacia fuera hasta la salida (22) antes de usarlo para accionar el motor de aire al que está acoplado. La carcasa inferior (12) y la carcasa superior (14) se juntan para rodear el mecanismo de regulador centrífugo de la presente invención. Específicamente, un árbol de regulador se extiende desde el acoplamiento (24) hasta un mecanismo de válvula. El mecanismo de válvula se extiende a través del botón (18). El mecanismo de válvula está posicionado en un conducto del flujo de aire entre la entrada (20) y la salida (22). El flujo de aire entre la entrada (20) y la salida (22) se interrumpe con el mecanismo de válvula a una velocidad de rotación límite específica del árbol de regulador. Por consiguiente, el flujo de aire al motor de aire se interrumpe hasta que disminuye la velocidad del árbol de motor y del árbol de regulador. Adicionalmente, el regulador centrífugo de la presente invención permite controlar el flujo de aire entre la entrada (20) y la salida (22) para proporcionar una velocidad de salida constante del árbol de motor de aire, independiente de la carga en el árbol de motor de aire, inferior a la velocidad límite. La velocidad límite a la que el mecanismo de regulador interrumpe el flujo de aire al motor se ajusta con el botón (18).

40

La figura 2 es una vista en despiece ordenado del regulador centrífugo (10) de la figura 1 que muestra un mecanismo de regulador centrífugo (26) dispuesto entre la carcasa inferior (12) y la carcasa superior (14). El regulador centrífugo (10) también incluye una cubierta (16), un botón (18), una entrada (20) y una salida (22). El mecanismo de regulador (26) incluye un árbol de regulador (28), barras transversales (30A) y (30B), brazos de peso perfilados (32A) y (32B), una placa de levantamiento (34), un vástago de válvula (36) y un asiento de válvula (38). El mecanismo de regulador (26) comprende además un pasador (40), una tuerca (42), pernos (44A) y (44B), casquillos (46A) y (46B), un cojinete superior (48), un cojinete inferior (50), una junta de estanqueidad (52) y una junta de estanqueidad (54).

50

Las barras transversales (30A) y (30B) están acopladas al árbol de regulador (28) usando el pasador (40), que está enroscado en la tuerca (42). Las barras transversales (30A) y (30B) también se pueden sujetar al árbol (28) de otras maneras, tales como, con un remache. Adicionalmente, en otras realizaciones, se puede usar una única barra transversal. El pasador (40) está insertado, a través de un agujero central, dentro de cada una de las barras transversales (30A) y (30B) y de un agujero (56) que se extiende a través del árbol (28). Los casquillos (46A) y (46B) están insertados en agujeros (58A) y (58B) dentro de los brazos de levantamiento (32A) y (32B), respectivamente.

55

Partes superiores de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) están insertadas entre las barras transversales (30A) y (30B), de manera que los agujeros (58A) y (58B) se alineen con un agujero lateral de cada una de las barras transversales (30A) y (30B), respectivamente. Los pernos (44A) y (44B) están insertados a través de las barras transversales (30A) y (30B) y de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B), respectivamente. El árbol (28) se extiende entre el cojinete (50) y el cojinete (48) dentro de las carcasas (12) y (14). El agujero (60) de la placa de

levantamiento (34) está posicionado alrededor del árbol (28), de manera que la placa de levantamiento (34) apoye en los brazos de peso perfilados (32A) y (32B). El vástago de válvula (36) está asentado en una parte del árbol (28) que atraviesa el cojinete (48). El vástago de válvula (36) encaja en una cavidad dentro de la carcasa superior (14). El asiento de válvula (38) se extiende hasta un manguito de la carcasa superior (14) que tiene una abertura para unión con el vástago de válvula (36). La cubierta (16) encaja sobre el asiento de válvula (38) e incluye un agujero para poder permitir que el botón (18) se acople al asiento de válvula (38).

Un árbol de salida de un motor de aire está insertado en el acoplamiento (24) para unión al árbol de regulador (28). El árbol de regulador (28), las barras transversales (30A) y (30B), los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) y la placa de levantamiento (34) rotan mediante la rotación de entrada del árbol de salida. El vástago de válvula (36) y el asiento de válvula (38) se extienden desde el árbol (28), de manera que un canal (62) corte el flujo de aire a presión entre la entrada (20) y la salida (22). Las juntas de estanqueidad (52) y (54) encajan alrededor de la carcasa superior (14) y del asiento de válvula (38), respectivamente, para impedir que el aire a presión se desplace hacia la carcasa superior (14) y la carcasa inferior (12). El movimiento de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B), debido a fuerzas centrífugas, eleva la placa de levantamiento (34) para controlar la posición del vástago de válvula (36) respecto al canal (62), modulando de ese modo el flujo entre la entrada (20) y la salida (22). El botón (18) se puede rotar para mover de manera independiente la posición del asiento de válvula (38) respecto al vástago de válvula (36), estableciendo de ese modo la distancia que se puede desplazar el vástago de válvula (36) y la velocidad de rotación límite superior del árbol de regulador (28).

La figura 3 es una vista en perspectiva del mecanismo de regulador (26) de la figura 2 que muestra la placa de levantamiento (34) y los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) acoplados al árbol de regulador (28). El mecanismo de regulador comprende además barras transversales (30A) y (30B), un vástago de válvula (36), un pasador (40), pernos (44A) y (44B) y cojinetes (48) y (50).

El cojinete (50) está posicionado en una garganta (64) del árbol (28). La garganta (64) también incluye una barra hexagonal (66), o cualquier otro engranaje con facetas, para unión al árbol de motor de aire. El pasador (40) une las barras transversales (30A) y (30B) al árbol (28). La tuerca (42) (figura 2) está apretada en el pasador (40) para que las barras transversales (30A) y (30B) estén inmovilizadas en una alineación generalmente perpendicular con el eje de rotación del árbol (28). El árbol (28) incluye resaltes (figuras 2 y 4) para mantener la alineación e inmovilización de las barras transversales (30A) y (30B). Los pernos (44A) y (44B) están encajados, de manera ajustada (por ejemplo, ajuste por presión), en agujeros de las barras transversales (68A) y (68B). Los pernos (44A) y (44B) están insertados a través de cojinetes (46A) y (46B) (figura 2) posicionados dentro de agujeros (58A) y (58B) (figura 2) de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B). Los pernos (44A) y (44B) pueden estar encajados, de manera ajustada, en los cojinetes (46A) y (46B) para que los cojinetes roten dentro de los agujeros (58A) y (58B) o el cojinete (46A) y (46B) puede estar encajado, de manera ajustada, en los agujeros (58A) y (58B) para que los pernos (44A) y (44B) roten con los cojinetes (véanse las figuras 2 y 5). En cualquier realización, los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) pueden rotar alrededor de pernos (44A) y (44B) entre barras transversales (30A) y (30B).

Los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) comprenden partes de conector superiores (70A) y (70B), partes de masa inferiores (72A) y (72B) y bordes perfilados, o levas, (74A) y (74B). Las partes de conector (70A) y (70B) están posicionadas entre barras transversales (30A) y (30B). Las partes de masa (72A) y (72B) están suspendidas rígidamente de las partes de conector (70A) y (70B). A medida que el árbol (28) rota los brazos de peso (32A) y (32B) a través de las barras transversales (30A) y (30B), la fuerza centrífuga de las partes de masa (72A) y (72B) provocan rotación alrededor de los pernos (44A) y (44B), respectivamente. Específicamente, las partes de masa (72A) y (72B) se alejan del árbol (28) y se acercan a la placa de levantamiento (34). Los bordes perfilados (74A) y (74B) ruedan a lo largo de la ranura (76) de la placa de levantamiento (34). La ranura (76) comprende un canal alargado y rectangular, que recorre la longitud de la placa (34), que, aproximadamente, tiene la misma anchura que el grosor de las partes de conector (70A) y (70B). El engranaje de las partes de conector (70A) y (70B) con la ranura (76) garantiza que la placa de levantamiento (34) rote con el árbol (28).

El cojinete (48) está posicionado entre la placa (34) y el vástago de válvula (36), lo que impide que rote dentro de la carcasa superior (14) (figura 2). No obstante, el vástago de válvula (36) se puede trasladar en dirección opuesta a las barras transversales (30A) y (30B) mediante la fuerza de brazos de levantamiento (32A) y (32B). Específicamente, la distancia entre las superficies de los bordes perfilados (74A) y (74B) y los pernos (44A) y (44B) varía, de tal manera que la posición de rotación de los brazos de levantamiento (32A) y (32B) sobre los pernos (44A) y (44B) determine la distancia entre la placa de levantamiento (34) y las barras transversales (30A) y (30B). A medida que la placa de levantamiento (34) se separa de las barras transversales (30A) y (30B), empuja el vástago de válvula (36) hasta el asiento de válvula (38) (figura 2) para restringir el flujo de aire a través del regulador (10). En

la presente invención, los bordes perfilados (74A) y (74B) están conformados para elevar cada vez más la placa de levantamiento (34) a medida que las partes de masa (72A) y (72B) se separan más del árbol (28), a velocidades de rotación superiores, para proporcionar una velocidad límite superior al árbol (28). Además, los bordes perfilados (74A) y (74B) están conformados para proporcionar mayor efecto palanca contra la placa de levantamiento (34) a

5

medida que las partes de masa (72A) y (72B) se separan más del árbol (28), a velocidades de rotación superiores, para mantener la velocidad del árbol (28) constante por debajo de la velocidad límite, independiente de la carga sobre el motor de aire. Como se analizará más adelante, un operario del regulador (10) puede cambiar la posición del asiento de válvula (38) para cambiar la velocidad límite máxima a la que el regulador (10) permitirá que funcione el motor de aire al que está acoplado.

10

La figura 4 es una vista transversal del regulador centrífugo (10) de la figura 1 que muestra el conducto de flujo de aire (78A a 78E) a través del mecanismo de regulador (26). La carcasa inferior (12) incluye una cavidad (80) y está unida a la carcasa superior (14) en la unión (82). El árbol (28) incluye una garganta (84). El vástago de válvula (36) incluye una leva (86), un agujero (88) y un montante de vástago (90). La carcasa superior incluye un manguito (92),

15

un agujero (94), una junta de estanqueidad (96), un resalte (98) y un manguito (99). La cubierta (16) incluye un reborde (100), un montante (102), un manguito (104) y un agujero (106). El asiento de válvula (38) incluye una base (108), un cilindro (110), que incluye un canal (62) y un asiento transversal (111), un montante (112) y una junta de estanqueidad (114). El botón (18) incluye un agujero (116).

El cojinete (50) está encajado en la cavidad (80) de la carcasa inferior (12). La cavidad (80) está conectada al acoplamiento (24), que comprende un saliente cilíndrico que tiene roscas internas o externas para engranar con roscas coincidentes del motor de aire. La garganta (64) del árbol (28) está insertada en el cojinete (50), de manera que la barra hexagonal (66) se extienda hasta el acoplamiento (24). En una realización, la barra hexagonal (66) conecta con una conexión de motor de tipo anillo para unión a un árbol de motor de aire. El árbol de regulador (28) se extiende hasta el interior de la carcasa inferior (12) a lo largo de un eje central (CA). Antes de unir la carcasa superior (14) a la carcasa inferior (12) en la unión (82), el ensamblaje de regulador (26) está conectado al árbol (28) como se ha descrito haciendo referencia a las figuras 2 y 3. Una vez que los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) están unidos al árbol (28), la placa de levantamiento (34) está posicionada alrededor de la garganta (84) para apoyar sobre la parte superior de las partes de conector (70A) y (70B), que se desplazan en la ranura (76). El cojinete (48)

25

30

35

también está encajado alrededor de la garganta (84) para apoyar sobre la parte superior de la placa de levantamiento (34). La placa de levantamiento (34) y el cojinete (48) incluyen agujeros centrales, de manera que sean coaxiales con el árbol de regulador (28) a lo largo del eje central (CA). Además, el agujero (88) del vástago de válvula (36) está alineado con el eje central (CA) para que el montante de vástago (90) se extienda axialmente desde la garganta (84). No obstante, la leva (86) incluye una pared exterior circular con una parte plana que desplaza su centro, de manera eficaz, del montante de vástago (90) y del eje central (CA) para impedir la rotación del vástago de válvula (36) cuando la carcasa superior (14) está ensamblada con la carcasa inferior (12).

La carcasa superior (14) se une con la carcasa inferior (12) en la unión (82), que puede comprender cualquier acoplamiento mecánico reutilizable adecuado, tal como una sujeción a presión. Por consiguiente, la carcasa superior (14) y la carcasa inferior (12) forman una cámara interior, para sujetar el mecanismo de regulador (26), que tiene un espacio adecuado para permitir la rotación radialmente hacia fuera de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) respecto al eje central (CA). El manguito (92) y el agujero (94) de la carcasa superior (14) reciben la leva (86) y el montante de vástago (90), respectivamente. El agujero (94) es coaxial con el montante de vástago (90) y, por consiguiente, también con el árbol (28). El manguito (92), que incluye un perfil interior que coincide con el perfil exterior de la leva (86), y la leva (86) están coaxialmente descentrados del eje central (CA). La interacción de la leva (86) con el manguito (92) impide la rotación del montante de vástago (90) cuando el árbol (28) está rotando. Los cojinetes (48) y (50) permiten que el árbol de regulador (28) y la placa de levantamiento (34) roten entre la carcasa inferior (12) y el vástago de válvula (36). Una vez que la carcasa superior (14) está unida a la carcasa inferior (12), la junta de estanqueidad (96) está posicionada alrededor del montante de vástago (90).

50

La cubierta (16), el botón (18) y el asiento de válvula (38) están subensamblados antes de ensamblarlos con la carcasa superior (14). La junta de estanqueidad (114) está posicionada alrededor del cilindro (110). El montante (112) está enroscado en el agujero (106), de manera que el extremo distal del montante (112) sobresalga de la cubierta (16). El montante (112) se extiende a través de la cubierta (16) lo suficiente para que el cilindro (110) engrane con el manguito (104). Tanto el cilindro (110) como el manguito (104) tienen secciones transversales circulares para que el cilindro (110) pueda rotar dentro del manguito (104). El cilindro (110), el manguito (104) y el montante (112) están alineados coaxialmente con el eje central (CA). La junta de estanqueidad (54) está posicionada alrededor de la base (108). Con el asiento de válvula (38) engranado con la cubierta (18), el reborde (100) está enroscado en el resalte (98) de la carcasa superior (14). La junta de estanqueidad (52) está posicionada

55

entre el reborde (100) y la carcasa superior (14). La base (108) encaja en el manguito (99) de la carcasa superior (14) cuando se ensambla. Además, el montante de vástago (90) engrana con el asiento transversal (111) de la base (108). El montante (112) del asiento de válvula (38) encaja a presión en el agujero (116) del botón (18). El botón (18) circunscribe el montante (102) de la cubierta (18), pero no engrana de manera ajustada con el montante (102) para que no se bloquee la rotación del botón (18).

La rotación del botón (18) se usa para ajustar la posición del canal (62) y el asiento (111) del vástago de válvula (36) para controlar el flujo de aire a través del conducto de flujo de aire (78A a 78E). Aire comprimido se introduce en la carcasa superior (14) por la entrada (20). Desde la entrada (20), el aire fluye hasta el conducto (78A), se redirige hacia arriba (en relación con la orientación de la figura 4) a través del conducto (78B), que comprende un agujero de diámetro pequeño que se extiende hasta la carcasa superior (14) para engranar con el conducto (78A). Desde el conducto (78B), el aire se dispersa en el conducto (78C), que comprende el espacio entre la carcasa superior (14) y la cubierta (16). El aire entra en el canal (62) desde ambos laterales y se propaga hasta el asiento (111) (véase la figura 5). Por consiguiente, los extremos del canal (62) comprenden entradas, comprendiendo el asiento (111) una salida. Tras pasar a través de la base (108), el aire se propaga hacia dentro (en relación con la orientación de la figura 4) del conducto (78D) antes de entrar en el conducto (78E) y salir por la salida (22) de la carcasa superior (14). El conducto (78D) comprende un agujero de diámetro pequeño que se extiende hasta la carcasa superior (14) para engranar con el conducto (78E). Cabe señalar que, la figura 4 muestra el ensamblaje de regulador (26) en una posición cerrada en la que el montante de vástago (90) engrana totalmente con el asiento (111) para impedir que los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) roten hacia fuera. En una posición así, el aire no puede propagarse a través del asiento (111). Desde la posición cerrada, un operario rota el botón (18) para controlar la posición del asiento (111) respecto al montante de vástago (90). El botón (18) se rota para retirar la base (108) del montante de vástago (90). Cuanto más se retira la base (108), más rápido pueden rotar los brazos de peso perfilados, permitiendo de ese modo velocidades de rotación del árbol (28) más rápidas, como se analizará más detalladamente respecto a las figuras 5 a 6B.

La figura 5 es una vista transversal del regulador centrífugo (10) de la figura 1 que muestra la interacción del mecanismo de regulador (26) con el conducto de flujo de aire (78A a 78E) de la figura 4. El funcionamiento del motor de aire al que está acoplado el regulador (10) rota el árbol de regulador (28) a la misma velocidad que el árbol de motor de aire. La rotación del árbol (28) hace que los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) se sometan a fuerza centrífuga. La fuerza centrífuga, según se conoce en la técnica, está determinada por la velocidad de rotación del brazo de peso (determinada por la velocidad de rotación del árbol de regulador (28)), la masa del brazo de peso (influenciada principalmente por las partes de masa (72A) y (72B)) y la distancia entre el eje central (CA) del árbol (28) y las partes de masa (72A) y (72B). A medida que aumenta la velocidad de rotación del árbol (28), la fuerza centrífuga que actúa sobre los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) empuja las partes de masa (72A) y (72B) radialmente hacia fuera en dirección opuesta al árbol (28). La conexión con pernos, en los pernos (44A) y (44B) de las partes de conector (70A) y (70B), hace que los brazos de peso (32A) y (32B) roten alrededor de los pernos (44A) y (44B). El par que los brazos de levantamiento (32A) y (32B) aplican a los pernos (44A) y (44B) está determinado por el brazo del momento de masa de las partes de masa (72A) y (72B) (por ejemplo, la distancia entre el centro de masa de las partes de masa (72A) y (72B) y el punto de pivote en los pernos (44A) y (44B)). Esta rotación hace que los bordes perfilados (74A) y (74B) rueden a lo largo de la ranura (76) de la placa de levantamiento (34). La forma de los bordes perfilados (74A) y (74B) hace que los brazos de levantamiento (32A) y (32B) empujen la placa de levantamiento (34) hacia arriba (en relación con la orientación de la figura 5). Los bordes perfilados (74A) y (74B) aplican una fuerza a la placa de levantamiento (34) proporcional al brazo de palanca de la placa de levantamiento (por ejemplo, la distancia entre el punto de pivote en el perno (44A) y el punto de contacto entre la placa de levantamiento (34) y los bordes perfilados (74A)).

La elevación de la placa de levantamiento (34) empuja el cojinete (48) y el vástago de válvula (36) hacia arriba (en relación con la orientación de la figura 5). La garganta (84) de árbol se extiende hasta el cojinete (48) y el agujero (88) del vástago de válvula (36) y rota debido a la rotación del árbol de regulador (28). El engranaje de la leva (86) con el manguito (92) impide la rotación del vástago de válvula (36). El cojinete (48) permite una rotación relativa entre la placa de levantamiento (34) y el vástago de válvula (36). No obstante, el cojinete (48) empuja el vástago de válvula (36) radialmente hacia arriba, de manera que el montante de vástago (90) avance hasta el agujero (94). El movimiento del vástago de válvula (36) empuja el montante de vástago (90) más cerca del asiento transversal (111) del asiento de válvula (38), lo que restringe el flujo de aire entre los conductos de flujo de aire (78C) y (78D) (figura 4), hasta que se contacta con el asiento transversal (111). El engranaje del montante de vástago (90) con el asiento transversal (111) determina la velocidad límite del motor de aire. La posición del asiento (111) se controla usando el botón (18).

El montante (112) del asiento de válvula (38) está insertado en el agujero (116) del botón (18). El montante (112) está fijado al agujero (116) para poder transmitir el par. Por ejemplo, el montante (112) se puede ajustar por presión o sujetar con un tornillo de fijación que se extienda a través del botón (18). Las paredes del botón (18) circunscriben el montante (102) de la cubierta superior (16). El botón (18) entra en contacto directo con el montante (102) para impedir que entre polvo y residuos en la cubierta (16) para que no interfieran con la rotación del botón (18). La rotación del botón (18) rota el montante (112) en un engranaje roscado con el agujero (106), que mueve el asiento de válvula (38) hacia arriba y hacia abajo dentro del manguito (104). El movimiento del asiento de válvula (38) también mueve la base (108) y el asiento transversal (111) dentro del manguito (99), alterando de ese modo la forma de la restricción entre el conducto de flujo de air (78C) y el conducto de flujo de aire (78D) (figura 4).

El engranaje del montante de vástago (90) y el asiento transversal (111) está provisto de dos grados de libertad, uno del movimiento del vástago de válvula (36) y otro del movimiento del asiento de válvula (38). El movimiento del asiento de válvula (38) y del asiento transversal (111) controla lo rápido que puede rotar el árbol de regulador (28). Específicamente, la bajada del asiento transversal (111) dentro del manguito (99) impone que el montante de vástago (90) engrane con el asiento (111) en una posición más baja. Esta posición más baja define el punto más alto hasta el que se puede mover la placa de levantamiento (34) por medio de los brazos de levantamiento (32A) y (32B). La bajada del límite más alto de la placa de levantamiento (34) también limita lo lejos que pueden oscilar las partes de masa (74A) y (74B) fuera del árbol de regulador (28). Cuanto menos pueden oscilar las partes de masa (74A) y (74B), menores velocidades de rotación del árbol (28) se necesitan para mover las partes de masa (74A) y (74B) hasta su engranaje con el asiento (111). Por consiguiente, la velocidad máxima del árbol (28) se limita a una velocidad inferior de entrada al árbol (28). En caso de una condición de velocidad excesiva, los brazos (32A) y (32B) empujarán la placa de levantamiento (34) y el montante de vástago (90) hasta el asiento transversal (111) interrumpiendo todo flujo de aire a través del conducto de flujo de aire (78C) hasta el conducto de aire (78D). Por debajo de esta velocidad límite, los brazos de levantamiento (32A) y (32B) de la presente invención están conformados además para mantener la rotación del árbol de regulador (28) a una velocidad constante, independiente de la carga en el árbol (28) de motor de aire al que está conectado el árbol de regulador (28). Específicamente, los bordes perfilados (74A) y (74B) están conformados para compensar las fuerzas del aire de los conductos de aire (78A a 78E) y de los brazos de levantamiento (32A) y (32B) que actúan sobre la placa de levantamiento (34).

Las figuras 6A y 6B muestran el desplazamiento de la placa de levantamiento (34) para diferentes posiciones de los brazos de peso perfilados (32A) y (32B) del mecanismo de regulador (26) de las figuras 2 a 5. Específicamente, la figura 6A muestra la posición del brazo de peso (32A) para una velocidad de rotación baja del árbol de regulador (28), mientras que la figura 6B muestra la posición del brazo de peso (32A) para una velocidad de rotación alta del árbol de regulador (28). El borde perfilado (74A) contacta con la placa de levantamiento (34) en el punto de contacto (CP) dentro de la ranura (76). El punto de contacto (CP) se extiende, desde el punto de pivote en el perno (44A), una distancia que forma un brazo del momento de borde ( $A_E$ ). La parte de masa (72A) se extiende, desde el punto de pivote en el perno (44A), una distancia que forma un brazo del momento de masa ( $A_m$ ).

La fuerza centrífuga ( $F_C$ ) y el brazo del momento ( $A_m$ ) determinan la fuerza con que la parte de masa (72A) hará que el brazo de levantamiento (32A) rote alrededor del perno (44A), que finalmente determina la fuerza de levantamiento ( $F_L$ ) con la que el borde perfilado (74A) empujará contra la placa de levantamiento (34). La fuerza de levantamiento ( $F_L$ ) se debe igualar por medio de la fuerza de presión ( $F_P$ ) del aire comprimido que actúa contra la placa de levantamiento (34) para mantener la placa de levantamiento fija en equilibrio, como se muestra en la ecuación 1.

$$F_L = F_P \quad \text{[Ecuación 1]}$$

Adicionalmente, los momentos generados en el perno (44A) por la fuerza centrífuga ( $F_C$ ) y la fuerza de presión ( $F_P$ ) se deben compensar, como se muestra en la Ecuación 2, para impedir que el brazo de levantamiento (32A) rote en equilibrio. El momento en el perno (44A) de la parte de masa (72A) se determina multiplicando la fuerza centrífuga ( $F_C$ ) por el brazo del momento de masa ( $A_m$ ). El momento en el perno (44A) del aire comprimido se determina multiplicando la fuerza de presión ( $F_P$ ) por el brazo del momento de borde ( $A_E$ ).

$$F_C A_m = F_P A_E \quad \text{[Ecuación 2]}$$

Como se puede observar en las figuras 6A y 6B, el brazo del momento ( $A_m$ ) es menor a medida que la parte de masa (72A) se separa del árbol (28) y se acerca a la placa de levantamiento (34). A la inversa, el brazo del momento ( $A_E$ ) es mayor a medida que la parte de masa (72A) se separa del árbol (28) y el punto de contacto (CP) se desplaza en dirección opuesta al perno (44A) en la ranura (76). Por consiguiente, a velocidades de rotación lentas del árbol de

regulador (28), la parte de masa (72A) tenderá a producir una gran cantidad de rotación del brazo de levantamiento (32A), haciendo que el borde perfilado (74A) eleve la placa de levantamiento (34) en consecuencia. A medida que el brazo del momento ( $A_m$ ) es menor, la fuerza de levantamiento de la rotación del brazo de levantamiento (32A) es más débil. No obstante, la fuerza de levantamiento del borde perfilado (74A) es cada vez más fuerte. Esto permite  
 5 que el brazo de levantamiento (32A) mantenga la fuerza con la que eleva la placa de levantamiento (34). Esta característica, obtenida de la forma del borde perfilado (74A), permite que el ensamblaje de regulador (26) mantenga una velocidad constante del árbol (28).

La velocidad del árbol de regulador (28) está determinada por la cantidad de aire comprimido que puede pasar al  
 10 conducto (78D). Más flujo de aire permite que el motor de aire al que está conectado el árbol (28) rote más rápido. Adicionalmente, la velocidad del árbol (28) disminuye con la carga colocada sobre el motor de aire por la herramienta que está accionando. Por consiguiente, aunque se suministre un suministro continuo de aire al motor de aire, se puede reducir su velocidad bajo una carga pesada.

15 En la presente invención, el ensamblaje de regulador (26) permite proporcionar flujo de aire adicional durante la carga pesada, de manera que no se reduzca la velocidad del motor de aire. Un resultado así se logra con la capacidad del ensamblaje de regulador (26) para compensar 1) la fuerza descendente del aire comprimido que actúa sobre la placa de levantamiento (34) (trasladada a través del vástago de válvula (36) y del cojinete (48)) y 2) la fuerza ascendente de los brazos de levantamiento (32A) y (32B) que actúa sobre la placa de levantamiento (34). La  
 20 fuerza del aire comprimido está determinada por la presión del aire comprimido proporcionada a la entrada (20) (figura 4), que es constante. Por ejemplo, la entrada (20), normalmente, está conectada a una fuente de aire comprimido de una fábrica. Por consiguiente, a medida que aumenta la carga en el árbol de motor de aire, el árbol de motor de aire disminuye la rotación del árbol de regulador (28), lo que hace que los brazos de levantamiento (32A) y (32B) bajen. La bajada de los brazos de levantamiento (32A) y (32B) permite que flujo de aire adicional entre  
 25 en el asiento (111) y salga por la salida (22), aumentando de ese modo la velocidad del motor de aire para compensar la reducción de velocidad de la carga. Los brazos de levantamiento (32A) y (32B) oscilarán hacia fuera sobre los pernos (44A) y (44B) hasta que la placa de levantamiento (34) esté en un estado de equilibrio. El equilibrio se logra con la forma de los bordes perfilados (74A) y (74B). Los bordes perfilados (74A) y (74B) mueven el centro instantáneo del punto de contacto (CP) para cambiar la proporción entre ( $A_E$ ) y ( $A_m$ ), compensando de ese modo la  
 30 ecuación 1. Por ejemplo, a velocidades de rotación más altas, como se muestra en la figura 6B, los brazos de peso (32A) y (32B) están en una posición angular más alta debido a la mayor fuerza centrífuga, reduciendo el brazo del momento ( $A_m$ ). Por consiguiente, los brazos de peso (32A) y (32B) requieren un mayor brazo del momento ( $A_E$ ) para obtener equilibrio.

35 Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a realizaciones de ejemplo, los expertos en la materia entenderán que se pueden hacer varios cambios y que se pueden sustituir equivalentes por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la invención. Además, se pueden hacer varias modificaciones para adaptar una situación o material específicos a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a las realizaciones específicas que se han descrito, sino que  
 40 la invención incluirá todas las realizaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

1. Un regulador centrífugo (10) que comprende:

- 5 una carcasa (12, 14);  
un asiento de válvula (38) montado dentro de la carcasa (12, 14);  
un árbol de regulador (28) montado en la carcasa (12, 14) para rotar a lo largo de un eje;  
un brazo centrífugo (32A, 32B) vinculado de manera rotatoria al árbol de regulador (28) en un punto de pivote (44A, 44B) para que se pueda extender en una dirección radial desde el eje, incluyendo el brazo centrífugo (32A, 32B) un  
10 borde perfilado (74A, 74B) que está dispuesto de manera no uniforme respecto al punto de pivote (44A, 44B) y  
un vástago de válvula (36);  
donde la rotación del brazo centrífugo (32A, 32B) desplaza el vástago de válvula (36) respecto al asiento de válvula (38),

15 **caracterizado porque:**

- el borde perfilado (74A, 74B) es un borde perfilado en línea curva (74A, 74B);  
el regulador centrífugo (10) comprende además una placa de levantamiento (34) a través de la que se  
20 extiende el árbol de regulador (28) y que está posicionada entre el borde perfilado (74A, 74B) y el vástago de  
válvula (36);  
el vástago de válvula (36) apoya mecánicamente contra la placa de levantamiento (34) dentro de la carcasa  
(12, 14) para engranar con el asiento de válvula (38) y  
el asiento de válvula (38) está montado de manera ajustable en la carcasa (12, 14) para cambiar una  
25 distancia que el brazo centrífugo (32A, 32B) puede desplazar el vástago de válvula (36):

2. El regulador centrífugo (10) de la reivindicación 1, donde el árbol de regulador (28) comprende,  
además:

- una barra transversal (30A, 30B) unida rígidamente al árbol de regulador (28), incluyendo la barra transversal (30A,  
30 30B) el punto de pivote (44A, 44B).

3. El regulador centrífugo (10) de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el brazo centrífugo (32A,  
32B) comprende:

- 35 una parte de conector (70A, 70B) que comprende una placa para unión al árbol de regulador (28) en el punto de  
pivote (44A, 44B) y  
una parte de masa (72A, 72B) que se extiende desde la parte de conector (70A, 70B) para que sea pivotable en  
dirección opuesta al árbol de regulador (28);  
40 donde la parte de conector (70A, 70B) incluye el borde perfilado en línea curva (74A, 74B).

4. El regulador centrífugo (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

- un primer cojinete (50) posicionado alrededor del árbol de regulador (28) entre un primer extremo del árbol de  
regulador (28) y la carcasa (12, 14) y  
45 un segundo cojinete (48) posicionado alrededor de un segundo extremo del árbol de regulador (28) entre el vástago  
de válvula (36) y la placa de levantamiento (34).

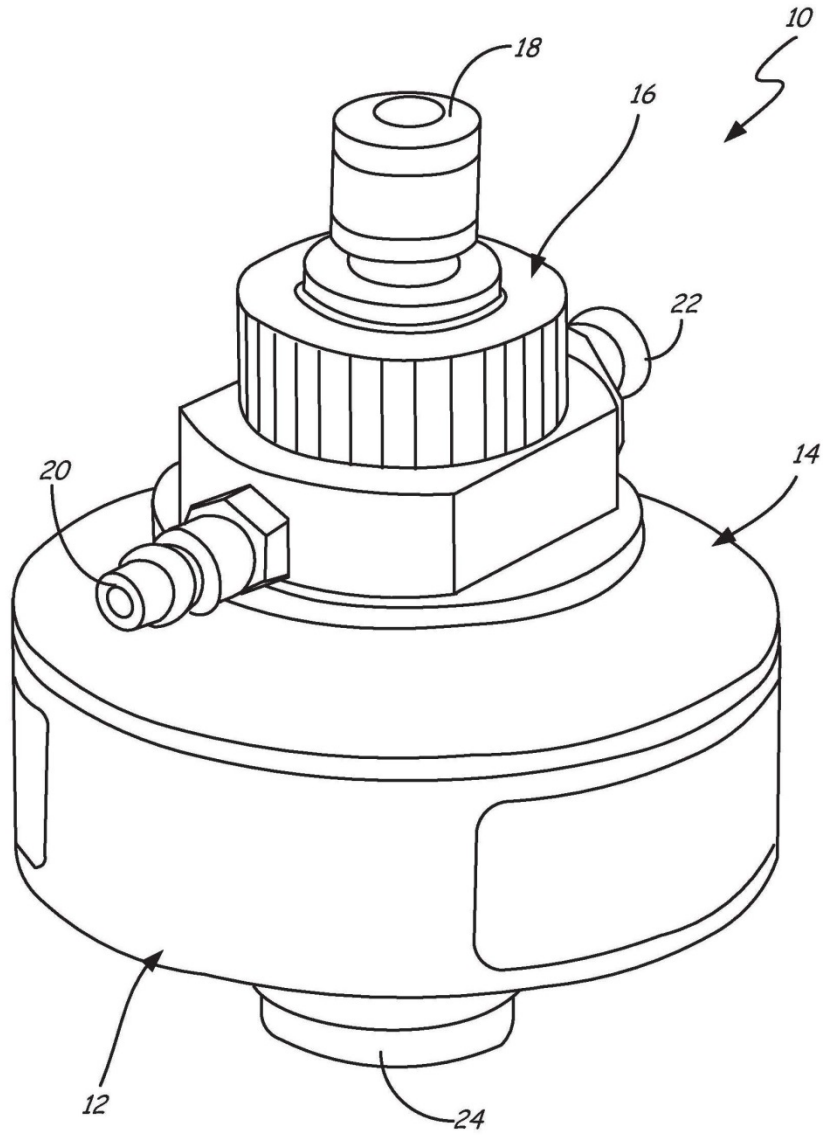
5. El regulador centrífugo (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el árbol de  
regulador (28) se extiende coaxialmente hasta el vástago de válvula (36) y el vástago de válvula (36) se extiende  
50 coaxialmente hasta el asiento de válvula (38).

6. El regulador centrífugo (10) de la reivindicación 5, donde:

- el vástago de válvula (36) incluye una leva (86) montada en la carcasa (12, 14) en un manguito descentrado del eje  
55 para impedir la rotación del vástago de válvula (36); y  
la placa de levantamiento (34) incluye una ranura (76) en la que rueda el borde perfilado (74A, 74B) para que la  
placa de levantamiento (34) rote con el árbol de regulador (28).

7. El regulador centrífugo (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

- una barra transversal (30A, 30B) unida rígidamente al árbol de regulador (28);  
un primer brazo centrífugo (32A) unido de manera pivotable a la barra transversal (30A, 30B) en un primer punto de pivote (44A), de manera que un primer borde perfilado (74A) sobresale de la barra transversal (30A, 30B) hacia el  
5 vástago de válvula (36) y  
un segundo brazo centrífugo (32B) unido de manera pivotable a la barra transversal (30A, 30B) en un segundo punto de pivote (44B), de manera que un segundo borde perfilado (74B) sobresale de la barra transversal (30A, 30B) hacia el vástago de válvula (36).
- 10 8. El regulador centrífugo (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:  
una cubierta (16) acoplada a la carcasa (12, 14) para contener el asiento de válvula (38) dentro de la carcasa (12, 14),  
un montante de asiento de válvula (38) enroscado en un agujero de la cubierta (16) y  
15 un botón (18) unido al montante de asiento de válvula (38) para rotar el asiento de válvula (38).
9. El regulador centrífugo (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:  
un canal (62) que se extiende a través del asiento de válvula (38) desde un primer extremo hasta un segundo  
20 extremo;  
una entrada (20) que se extiende hasta la carcasa (12, 14) para estar acoplada de manera fluida al primer extremo del canal (62) y  
una salida (22) que se extiende hasta la carcasa (12, 14) para estar acoplada de manera fluida al segundo extremo del canal (62);  
25 donde el borde perfilado en línea curva (74A, 74B) está configurado para rotar para empujar el vástago de válvula (36) hasta el canal (62) entre el primer extremo y el segundo extremo para restringir el flujo de aire desde la entrada (20) hasta la salida (22).



**FIG. 1**

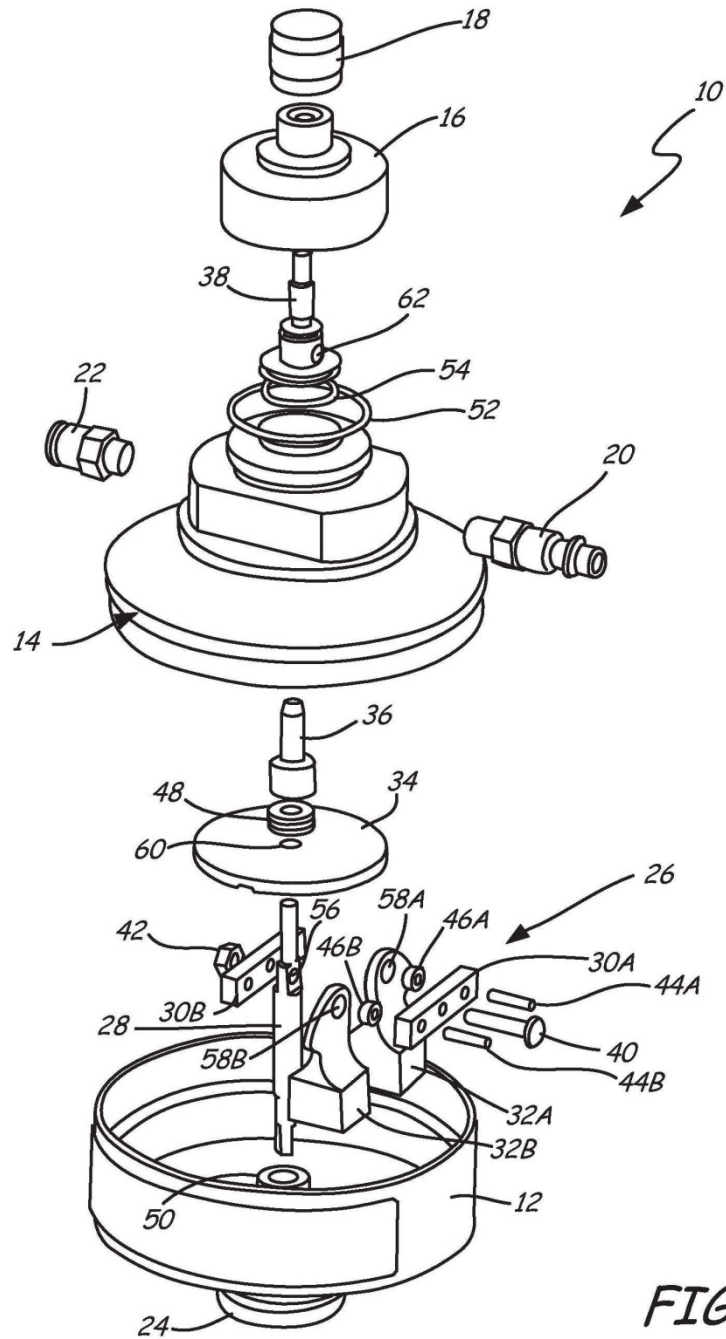
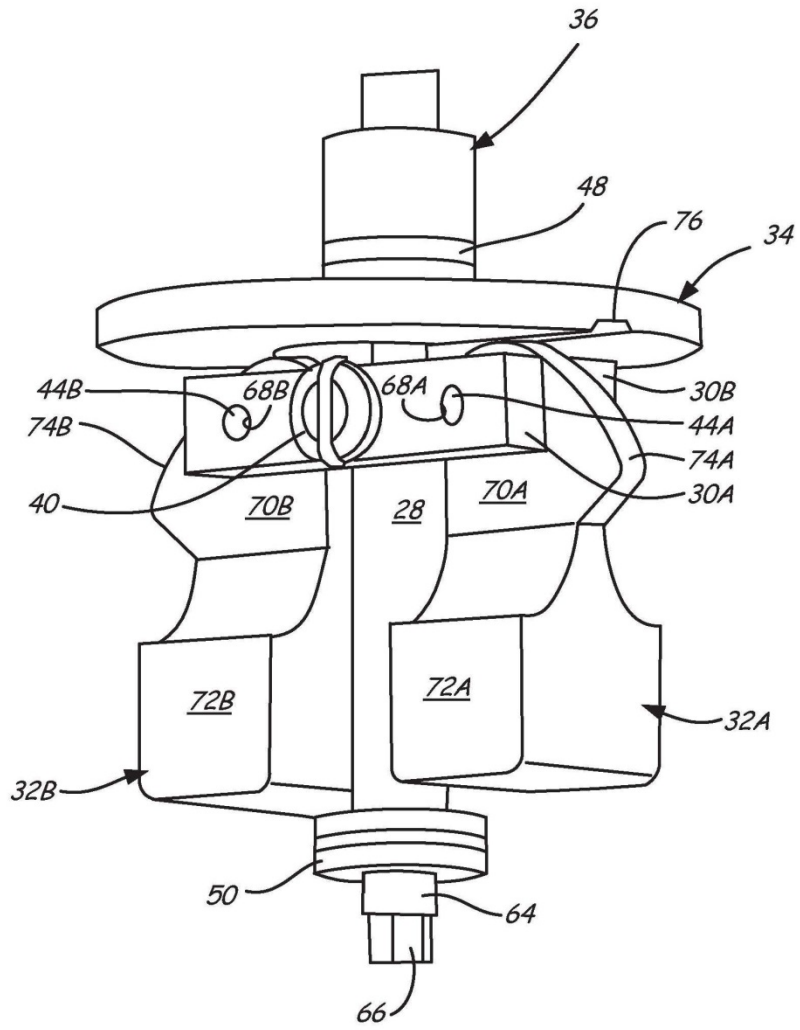


FIG. 2



**FIG. 3**

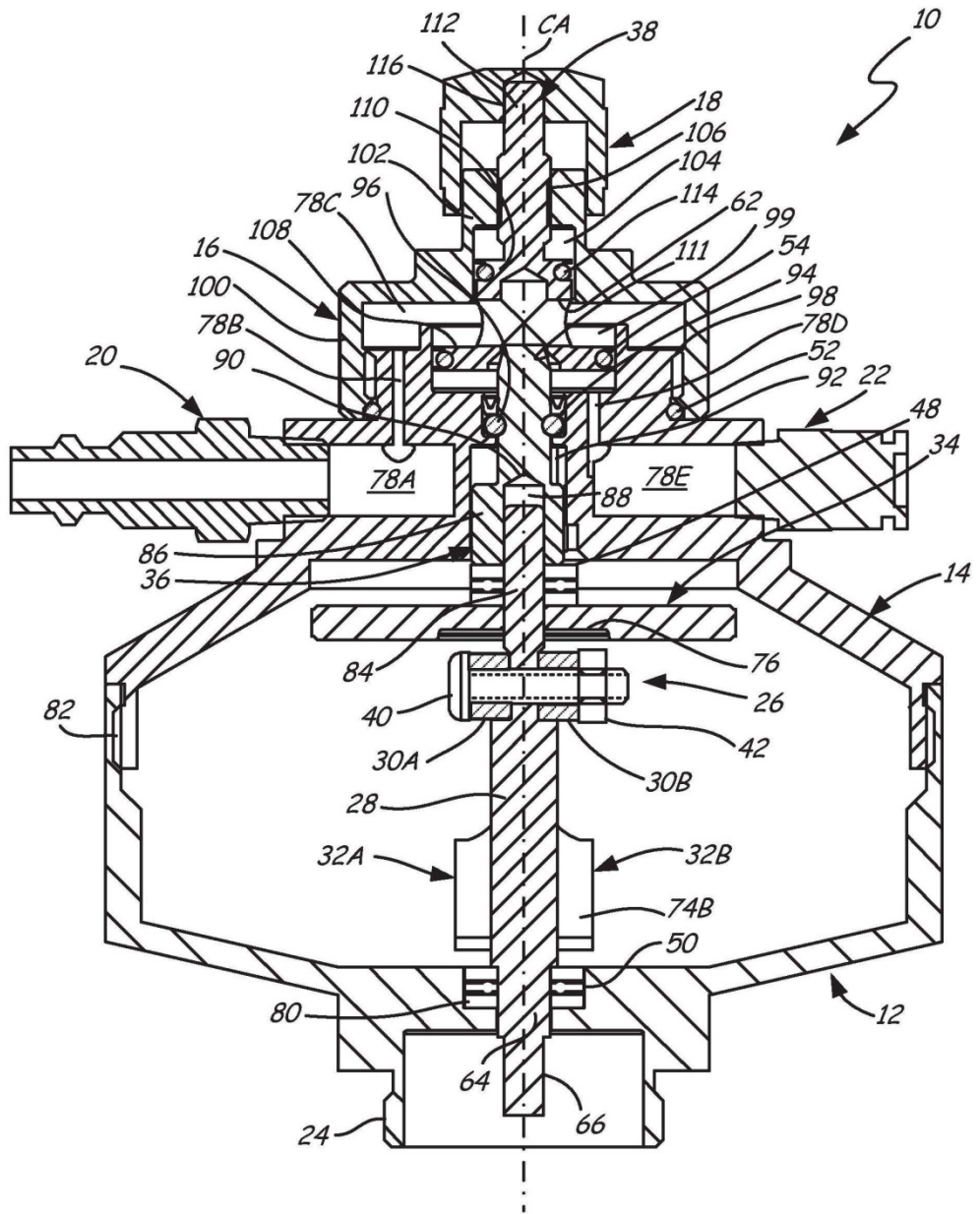


FIG. 4

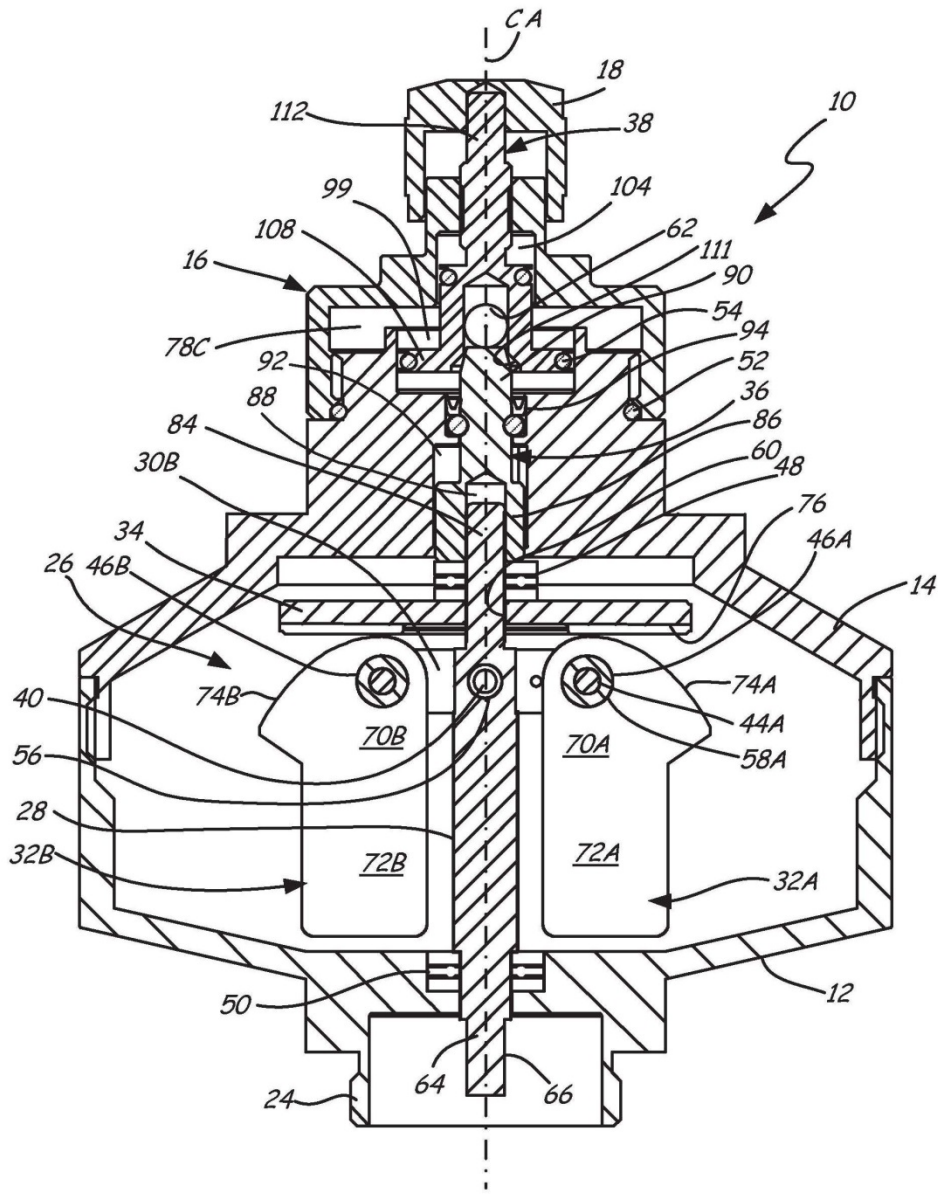


FIG. 5

