

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 941**

51 Int. Cl.:

F16K 31/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2010** **E 10168502 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017** **EP 2282091**

54 Título: **Válvula de control de flujo electromagnética proporcional**

30 Prioridad:

06.08.2009 JP 2009183234

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

14.11.2017

73 Titular/es:

**KYB CORPORATION (100.0%)
World Trade Center Building, 4-1, Hamamatsu-
cho 2-chome, Minato-ku
Tokyo 105-6111, JP**

72 Inventor/es:

**TSUCHIYA, HIDEKI y
MIYA, YOSHIHARU**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 641 941 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

Válvula de control de flujo electromagnética proporcional

5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a una válvula de control de flujo electromagnética proporcional que controla un caudal de fluido de trabajo aumentando o disminuyendo un área de apertura de un regulador variable de acuerdo con una corriente de magnetización.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

JP2001-180507A, publicado por la Oficina de Patentes del Japón en 2001, propone una válvula de control de flujo electromagnética proporcional para un dispositivo de dirección asistida de un vehículo. Otra técnica anterior se conoce del documento US 4 518 938 A.

15

La válvula de control de flujo electromagnética proporcional comprende un casquillo cilíndrico, un núcleo de hierro fijo y un eje insertado en el casquillo y el núcleo de hierro fijo en un estado en el que puede deslizar dentro del casquillo y el núcleo de hierro fijo. En una parte delantera del eje está formado un cuerpo de la válvula. Un asiento de la válvula está dispuesto en una posición orientada hacia el cuerpo de la válvula.

20

En el eje se ejerce una fuerza elástica de un muelle, una fuerza de empuje de un solenoide, y una presión diferencial entre las presiones del fluido de trabajo que actúan sobre un extremo delantero y un extremo trasero del eje. El eje queda retenido en una posición axial donde estas fuerzas se equilibran. Un caudal de fluido de trabajo que fluye a través de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional se controla a un valor definido por un área de sección transversal de un espacio anular formado entre el asiento de la válvula y el cuerpo de la válvula que varía de acuerdo con una posición axial del eje, y una presión de fluido de trabajo diferencial entre una posición curso arriba y una posición curso abajo del espacio anular.

25

30 DESCRIPCION DE LA INVENCION

En la válvula de control de flujo electromagnética proporcional de acuerdo con esta técnica anterior, una presión dinámica del fluido de trabajo que actúa sobre el cuerpo de la válvula durante un proceso de desplazamiento del eje puede afectar negativamente a la concentricidad del cuerpo de la válvula con el asiento de la válvula.

35

Si la concentricidad del cuerpo de la válvula con el asiento de la válvula se ve afectada negativamente, disminuye la precisión del control del caudal del fluido de trabajo. Para mantener la concentricidad del cuerpo de la válvula con el asiento de la válvula, debe mejorarse la rigidez de soporte del eje.

40

Por lo tanto, un objetivo de esta invención es proporcionar una estructura de válvula que tenga una ventaja estructural para mantener la concentricidad del cuerpo de la válvula con el asiento de la válvula.

Para conseguir el objetivo anterior, esta invención dispone una válvula de control de flujo electromagnética proporcional de acuerdo con la reivindicación 1.

45

Un área en sección transversal del espacio anular varía de acuerdo con una posición de desplazamiento del eje.

La válvula comprende, además, un primer cojinete que soporta el eje entre el núcleo de hierro móvil y la parte de asiento, de manera que una cámara de la válvula formada entre el primer casquillo y la parte de asiento suministra fluido de trabajo al espacio anular y un segundo casquillo que soporta el núcleo de hierro móvil en una posición separada del primer casquillo.

50

Los detalles, así como otras características y ventajas de esta invención se exponen en el resto de la memoria y se muestran en los dibujos que se acompañan.

55

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama esquemático de un dispositivo de dirección asistida al cual se aplica esta invención.

La figura 2 es una vista en sección longitudinal de una válvula de control de flujo electromagnética proporcional de acuerdo con esta invención.

60

La figura 3 es una vista en sección longitudinal de un casquillo de acuerdo con esta invención.

La figura 4 es una vista en sección longitudinal ampliada de partes esenciales de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional.

La figura 5 es un diagrama que muestra una característica de caudal de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

5 Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos, un dispositivo de dirección asistida 1 de un vehículo comprende un cilindro de potencia 7 que proporciona una operación de dirección del vehículo con una potencia auxiliar y un circuito hidráulico que suministra presión hidráulica para accionar el cilindro de potencia 7. El circuito hidráulico comprende una bomba hidráulica 3, una válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, una válvula de
10 compensación de presión 6, una válvula de alivio 5 y un orificio 4.

El aceite de trabajo descargado por la bomba hidráulica 3 es suministrado al cilindro de potencia 7 a través de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2.

15 La válvula de compensación de presión 6 mantiene una presión diferencial ΔP entre una presión curso arriba P1 y una presión curso abajo P2 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 a un valor sustancialmente constante.

20 La válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 está configurada para variar una zona de abertura de la misma dependiendo de una corriente de magnetización suministrada a ésta. Debido a la válvula de compensación de presión 6 que mantiene la presión diferencial ΔP entre las presiones curso arriba y curso abajo de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 suministra aceite de trabajo al cilindro de potencia 7 a un caudal proporcional a la zona de apertura.

25 La válvula de alivio 5 funciona como una válvula de seguridad que libera aceite de trabajo del circuito hidráulico a un depósito si la presión en el circuito hidráulico supera una presión máxima predeterminada. La presión hidráulica en el circuito hidráulico se regula de este modo para que no supere la presión máxima predeterminada. El orificio 4 produce un efecto preferible en vista de la respuesta y la estabilidad durante el funcionamiento del circuito hidráulico.

30 Cuando no se está realizando una operación de dirección del vehículo, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 se mantiene en un área de abertura mínima de manera que al cilindro de potencia 7 se le suministra un caudal mínimo de aceite de trabajo correspondiente al área de apertura mínima. La válvula de compensación de presión 6 recircula la mayor parte del aceite de trabajo en el circuito hidráulico al depósito 8, reduciendo así la pérdida de energía en el circuito hidráulico.

35 Cuando se está realizando la operación de dirección del vehículo, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 aumenta su área de apertura. Dado que la válvula de compensación de presión 6 mantiene la presión curso arriba P1 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 a un valor constante, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 suministra aceite de trabajo al cilindro de potencia 7 a un caudal que
40 es proporcional al área de apertura. El cilindro de potencia 7 ayuda a la operación de dirección de las ruedas del vehículo utilizando la presión hidráulica suministrada.

Haciendo referencia a la figura 2, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 comprende un casquillo 30 en el cual hay formada una trayectoria de flujo de aceite de trabajo, un eje 20 soportado en el casquillo
45 30 en un estado en el cual puede desplazarse en una dirección de su eje central O del mismo, un núcleo de hierro móvil 60 que está fijado sobre la circunferencia exterior del eje 20, un primer muelle 11 y un segundo muelle que soportan elásticamente el eje 20 en direcciones opuestas a lo largo del eje central O y un solenoide 15.

50 Un cuerpo de válvula 25 constituye una punta delantera del eje 20 y varía un área en sección transversal de la trayectoria del flujo del aceite de trabajo de acuerdo con un desplazamiento axial del eje 20.

El solenoide 15 comprende un carrete de bobina 50 realizado en resina, una bobina 52 arrollada sobre el carrete de bobina 50, una carcasa de bobina 10 para alojar la bobina 52 y un núcleo de hierro fijo 90 fijado en un lado interior del carrete de bobina 50 para accionar el núcleo de hierro móvil 60 en la dirección a lo largo del eje central O de
55 acuerdo con un suministro de corriente a la bobina 52.

Haciendo referencia a la figura 3, el casquillo 30 comprende una parte que forma un conducto 31 del casquillo, una parte de diámetro mayor 32 del casquillo y una parte que forma una trayectoria magnética 33 del casquillo .

60 Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el carrete de bobina 50 presenta una forma cilíndrica y se encuentra alojado en la carcasa de bobina 10. El núcleo fijo de hierro 90 está fijado en el carrete de bobina 50. El casquillo 30 está insertado en el carrete de bobina 50 a través de una abertura de la carcasa de bobina 10 formada en el lado opuesto de la carcasa de bobina 10 al núcleo de hierro fijo 90 de manera que una superficie circunferencial exterior

ES 2 641 941 T3

de mayor diámetro 33b de la parte que forma la trayectoria magnética 33 de casquillo está montada en una superficie circunferencial interior 10a de la carcasa de bobina 10.

5 Una placa extrema en forma de anillo 9 está fijada sobre una circunferencia exterior de una base del núcleo de hierro fijo 90 situada en el lado opuesto del núcleo de hierro fijo 90 al núcleo de hierro móvil 60. Una superficie circunferencial exterior 9a de la placa extrema en forma de anillo 9 queda encajada en una superficie circunferencial interior 10b de otra abertura de la carcasa de bobina 10. Una superficie circunferencial exterior 9b de la placa extrema en forma de anillo 9 está fijada sobre una superficie circunferencial exterior 90b del núcleo de hierro fijo 90 aplicando un ajuste a presión por moleteado.

10 En un espacio formado entre la carcasa de bobina 10 y la bobina 52 y un espacio entre la placa extrema en forma de anillo 9 y el carrete de bobina 50 hay introducida una resina de moldeo 54. Además, mediante la resina de moldeo 54 se forma un receptáculo 55 para alojar un terminal 53 de la bobina 52.

15 Como material para la resina de moldeo 54 se utiliza un material de resina que tiene un punto de fusión más alto que el material utilizado para el carrete de bobina 50. La resina de moldeo 54 se une por fusión al carrete de bobina 50 durante un proceso de moldeo. La resina de moldeo 54 sella la bobina 52 para aislar el solenoide 15 y hacer que el solenoide 15 sea resistente al agua.

20 Unos cables conductores están conectados al terminal 53 a través de un enchufe que está insertado en un receptáculo 55. La bobina 52 está magnetizada por la corriente suministrada a través del cable conductor y el terminal 53.

25 El casquillo 30 está fabricado en un material magnético para servir como elemento que constituye una trayectoria magnética del solenoide 15. El casquillo 30 está dispuesto coaxialmente con el núcleo de hierro fijo 90 mientras forma un espacio magnético 91 entre el mismo.

30 Sobre una circunferencia exterior del casquillo 30 y la circunferencia exterior del núcleo de hierro fijo 90 hay montado anillo de relleno cilíndrico 19 para cubrir el espacio magnético 91. Un extremo del anillo de relleno 19 está fijado al casquillo 30 a través de una parte de soldadura con láser 43. Otro extremo del anillo de relleno 19 está fijado a la circunferencia exterior del núcleo de hierro fijo 90 por medio de una parte de soldadura con láser 44. El casquillo 30 y el núcleo de hierro fijo 90 están conectados entre sí a través del anillo de relleno 19.

35 El solenoide 15 se magnetiza por la potencia suministrada a la bobina 52. El solenoide magnetizado 15 forma una trayectoria magnética constituida por la carcasa de bobina 10, el casquillo 30, el núcleo de hierro móvil 60, el núcleo de hierro fijo 90 y la placa extrema en forma de anillo 9.

40 Siempre que una parte del casquillo 30 cerca del núcleo de hierro fijo 90 se denomine parte trasera del casquillo 30 y una parte del casquillo 30 que se encuentre alejada del núcleo de hierro fijo 90 se denomine parte delantera del casquillo 30, la parte que forma un conducto 31 del casquillo corresponde a la parte delantera del casquillo 30 y la parte que forma una trayectoria magnética 33 del casquillo corresponde a la parte trasera del casquillo 30.

45 La parte que forma un conducto 31 del casquillo está montada en un cuerpo de la bomba hidráulica 3. Para fijar la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 sobre el cuerpo de la bomba, la parte de diámetro mayor 32 del casquillo está formada en la circunferencia exterior del casquillo 30 entre la parte que forma un conducto 31 del casquillo y la parte que forma la trayectoria magnética 33 del casquillo. La parte de mayor diámetro 32 del casquillo se proyecta hacia fuera como una pestaña.

50 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, la parte de diámetro mayor 32 del casquillo comprende una superficie circunferencial exterior 32a que queda encajada en una abertura formada en el cuerpo de la bomba y una ranura anular 32b formada en la superficie circunferencial exterior 32a. Un elemento de estanqueidad en forma de anillo 49 mostrado en la figura 2 encaja en la ranura anular 32b para hacer que el casquillo 30 se ajuste herméticamente a la abertura del cuerpo de la bomba. La válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 está fijada al cuerpo de bomba en un estado en el que la parte que forma un conducto 31 del casquillo 30 se inserta en el cuerpo de la bomba mientras que la parte de diámetro mayor 32 del casquillo queda encajada en la abertura del cuerpo de la bomba.

60 La parte que forma la trayectoria magnética 33 del casquillo funciona para formar parte de la trayectoria magnética del solenoide 15. La parte que forma una trayectoria magnética 33 del casquillo presenta forma cilíndrica y comprende un escalón, una superficie circunferencial interior 33a que encierra el núcleo de hierro móvil 60, la superficie circunferencial exterior de mayor diámetro 33b encajada en el carrete de bobina 50 y la carcasa de bobina 10, y una superficie circunferencial exterior de diámetro menor 33c cubierta por el anillo de relleno 19.

ES 2 641 941 T3

Sobre la superficie circunferencial exterior de mayor diámetro 33b del casquillo 30 hay montada una placa circular 45 por medio de un ajuste a presión ligero y agarre entre la carcasa de bobina 10 y una cara extrema 32c formada entre la superficie circunferencial exterior 32a y la superficie circunferencia exterior de mayor diámetro 33b.

5 Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el núcleo de hierro móvil 60 comprende una superficie circunferencial exterior cilíndrica 60b. La superficie circunferencial exterior 60b está soportada por un segundo cojinete 75 formado en la superficie circunferencial interior 33a del casquillo 30 en un estado para poder deslizar libremente en la dirección del eje central O. El núcleo de hierro móvil 60 divide un espacio formado en el casquillo 30 y el núcleo de hierro fijo 90 en una cámara delantera 82 y una cámara trasera 81. Un orificio de comunicación 60c que conecta
10 permanentemente la cámara delantera 82 y la cámara trasera 81 está formado a través del núcleo de hierro móvil 60 en la dirección del eje central O en el exterior del eje 20.

Haciendo referencia a la figura 4, el eje 20 comprende una superficie circunferencial exterior cilíndrica 20a. La superficie circunferencial exterior 20a va soportada por un primer cojinete 70 fijado a la superficie circunferencial interna del casquillo 30 para poder deslizar libremente a lo largo del eje central O.
15

El primer cojinete 70 comprende una superficie de apoyo 70a que soporta la superficie circunferencial exterior 20a del eje 20, una superficie circunferencial exterior 70b y unas ranuras circunferenciales externas 71 formadas en la superficie circunferencial exterior 70b en la dirección del eje central O.
20

La parte que forma un conducto 31 del casquillo tiene una trayectoria de flujo de aceite de trabajo en su interior.

La parte que forma un conducto 31 del casquillo comprende una cámara de salida de válvula cilíndrica 85 que tiene una abertura hacia el cuerpo de la bomba, un orificio de salida de la válvula 16 que está formado continuamente con la cámara de salida de válvula 85 pero con un diámetro menor, un orificio de entrada de la válvula 18 que tiene varias aberturas en una cara lateral de la parte que forma un conducto 31 del casquillo y una cámara de válvula 83 que conecta el orificio de entrada de válvula 18 y el orificio de salida de válvula 16.
25

El cuerpo de la válvula 25 formado en la punta delantera del eje 20 está constituido por una parte columnar 27 y una parte cónica 26 que forma una punta delantera del eje 20. El cuerpo de la válvula 25 pasa a través de la cámara de la válvula 83 y penetra en la parte de asiento anular 29 formada en el orificio de salida de la válvula 16 mientras mantiene un pequeño espacio entre ellos.
30

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, el primer cojinete 70 soporta el eje 20 entre el núcleo de hierro móvil 60 y la parte de asiento anular 29. La cámara delantera 82 situada entre el primer cojinete 70 y el núcleo de hierro móvil 60 y la cámara de válvula 83 situada entre el primer cojinete 70 y la parte de asiento anular 29 están conectados permanentemente entre sí a través de las ranuras circunferenciales externas 71 formadas en la circunferencia exterior del primer cojinete 70.
35

De acuerdo con la configuración descrita anteriormente, cuando el eje 20 se desplaza a lo largo del eje central O junto con el núcleo de hierro móvil 60, el aceite de trabajo se desplaza entre la cámara de válvula 83 y la cámara delantera 82 a través del orificio de comunicación 60c.
40

Un espacio de deslizamiento del núcleo de hierro móvil 60 formado en el casquillo 30 y el núcleo de hierro fijo 90 está limitado por un escalón anular formado en la circunferencia interior del casquillo 30 y un escalón anular formado en la circunferencia interior del núcleo de hierro fijo 90, respectivamente. Estos escalones anulares constituyen un elemento limitador para limitar el desplazamiento del núcleo de hierro móvil 60.
45

El primer muelle 11 presenta forma de bobina y queda sujeto entre una cara posterior del eje 20 y un perno de ajuste 40 en un estado comprimido. El primer muelle 11 desvía el eje 20 junto con el núcleo de hierro móvil 60 hacia la izquierda en la figura.
50

Una primera arandela de separación 41 queda presionada contra una cara frontal del núcleo de hierro móvil 60 que está orientada hacia la cámara delantera 82 por el segundo muelle 12.
55

El segundo muelle 12 presenta forma de bobina y va soportado por el primer cojinete 70 para empujar el núcleo de hierro móvil 60 y el eje 20 en una dirección hacia la derecha en la figura, a través de la primera arandela de separación 41.
60

El desplazamiento del eje 20 y el núcleo de hierro móvil 60 de la dirección hacia la izquierda en la figura está limitado en una posición en la que la primera arandela de separación 41 hace contacto con el escalón anular formado en el lado interior del casquillo 30. El orificio de comunicación 60c está formado a través de la primera
60

arandela de separación 41 así como a través del núcleo de hierro móvil 60 para conectar de manera permanente la cámara delantera 82 y la cámara trasera 81.

5 Una segunda arandela de separación 42 queda encajada en el escalón anular formado en el núcleo de hierro fijo 90. A través de la segunda arandela de separación 42 hay formado un orificio de comunicación 42a para conectar permanentemente la cámara trasera 81 y un espacio detrás del eje 20. A medida que el eje 20 y el núcleo de hierro móvil 60 se desplazan en la dirección hacia la derecha de la figura, una cara posterior del núcleo de hierro móvil 60 hace contacto con la segunda arandela de separación 42 para limitar un desplazamiento adicional del núcleo de hierro móvil 60.

10 La primera arandela de separación 41 y la segunda arandela de separación 42 están constituidas por un elemento en forma de disco formado en una resina no magnética. El eje 20 pasa a través de una parte central de la primera arandela de separación 41 y la segunda arandela de separación 42.

15 La presión curso arriba P1 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 mostrada en la figura 1 corresponde a una presión en el orificio de entrada de la válvula 18, y la presión curso abajo P2 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 mostrada en la figura 1 corresponde a una presión en el orificio de salida de la válvula 16.

20 La presión en el orificio de entrada 18 de la válvula actúa sobre la cara posterior del eje 20 a través de las ranuras circunferenciales externas 71 del primer cojinete 70, la cámara delantera 82, el orificio de comunicación 60c, la cámara trasera 81 y el orificio de comunicación 42a. La presión en el orificio de salida de válvula 16 actúa sobre el cuerpo de la válvula 25 en sentido contrario.

25 La presión en el orificio de entrada de la válvula 18 y una fuerza elástica del primer muelle 11 actúa sobre el eje 20 en la dirección hacia la izquierda en la figura 2, que es una dirección para disminuir aceite de trabajo que fluye desde el orificio de entrada de válvula 18 hacia el orificio de salida de válvula 16. La presión en el orificio de salida de la válvula 16 y una fuerza elástica del segundo muelle 12 actúan sobre el eje 20 en la dirección hacia la derecha en la figura 2, que es una dirección para aumentar el aceite de trabajo que fluye desde el orificio de entrada de la válvula 18 al orificio de salida de la válvula 16. En la siguiente descripción, la primera dirección se denomina dirección de apertura de la válvula y la otra dirección se denomina dirección de cierre de la válvula.

35 La figura 2 muestra una posición del eje 20 y el núcleo de hierro móvil 60 en un estado en el que el solenoide 15 no está magnetizado. En este estado, tal como se muestra en la figura, la primera arandela de separación 41 está en contacto con el escalón anular formado en el casquillo 30 y el eje 20 y el núcleo de hierro móvil 60 están situados en una posición limitadora hacia la dirección de cierre de la válvula. En este caso, la parte columnar 27 del cuerpo de la válvula 25 queda orientada hacia la parte de asiento anular 29 y el caudal de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 se mantiene en un caudal mínimo. La posición del eje 20 y el núcleo de hierro móvil 60 en este estado se denomina posición de caudal mínimo en la siguiente descripción.

40 Cuando se suministra energía a la bobina 52 para magnetizar el solenoide 15, una trayectoria magnética formada por el solenoide magnetizado 15 hace que el núcleo de hierro móvil 60 junto con el eje 20 se desplace en la dirección de apertura de la válvula desde la posición de caudal mínimo contra la presión en el orificio de entrada de la válvula 18 y la fuerza elástica del primer muelle 11, tal como se muestra mediante una flecha en la figura. Debido a la fuerza elástica del segundo muelle 12, el solenoide 15 puede hacer que el núcleo de hierro móvil 60 se desplace en la dirección de apertura de la válvula con una pequeña fuerza de empuje. A medida que aumenta la corriente de magnetización del solenoide 15, el núcleo de hierro móvil 60 se desplaza hacia la derecha en la figura.

50 Una fuerza de empuje Fsol del solenoide 15 requerida para levantar el núcleo de hierro móvil 60 junto con el eje 20 desde la posición de caudal mínimo durante una distancia Xs en la dirección de apertura de la válvula está representada por la siguiente relación (1)

$$F_{sol} = F_f + \Delta P \cdot A_s + (F_{k1} - F_{k2}) + (k_1 + k_2) \cdot X_s \quad (1)$$

55 donde
 Ff = fuerza dinámica de aceite de trabajo que fluye a través de un espacio anular formado entre el cuerpo de la válvula 25 y la parte de asiento anular 29;
 ΔP = presión diferencial entre la corriente curso arriba y la corriente curso abajo de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 = P1 - P2;
 60 As = área en sección transversal de la parte columnar 27 del eje 20;
 Fk1 = fuerza elástica del primer muelle 11 en la posición de caudal mínimo;
 Fk2 = fuerza elástica del segundo muelle 12 en la posición de caudal mínimo;
 k1 = constante de muelle del primer muelle 11; y

ES 2 641 941 T3

k_2 = constante de muelle del segundo muelle 12.

5 Tal como puede comprenderse a partir de la relación (1), la fuerza elástica F_{k2} del segundo muelle 12 y la fuerza de empuje F_{sol} del solenoide 15 actúan sobre el eje 20 en la dirección de apertura de la válvula. Una fuerza $\Delta P \cdot A_s$, que está provocada por la presión diferencial ΔP entre las presiones curso arriba y curso abajo P_1 , P_2 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, la fuerza dinámica F_f ejercida sobre el eje 20 por el aceite de trabajo, y la fuerza elástica F_{k1} del primer muelle 11 actúan sobre el eje 20 en la dirección de cierre de la válvula. El núcleo de hierro móvil 60 y el eje 20 se mantienen en una posición en la que estas fuerzas se equilibran. Un caudal Q de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 en esta posición es proporcional a un área de sección transversal A_v del espacio anular y la presión diferencial ΔP de las presiones curso arriba y curso abajo P_1 , P_2 .

15 El perno de ajuste 40 que soporta el segundo muelle 12 va roscado en el núcleo de hierro fijo 90. Regulando una posición roscada del perno de ajuste 40 en el núcleo de hierro fijo 90, pueden regularse previamente las fuerzas elásticas del primer muelle 11 y el segundo muelle 12 ejercidas sobre el eje 20.

20 El perno de ajuste 40 comprende una parte roscada 40a y una parte de diámetro ensanchado 40b que está formada en una base de la parte roscada 40a. La parte roscada 40a va roscada en un orificio roscado 90a formado en el núcleo de hierro fijo 90.

25 El perno de ajuste 40 va roscado en el núcleo de hierro fijo 90 desde el lado izquierdo del núcleo de hierro fijo 90 en la figura 2. Cuando la parte roscada 40a llega a una parte más profunda del orificio roscado 90a del núcleo de hierro fijo 90, la parte de diámetro ensanchado 40b entra en contacto con una punta del orificio roscado 90a de manera que se impide que el perno de ajuste 40 invada adicionalmente el orificio de tornillo 90a. Esta disposición evita también que el perno de ajuste 40 se salga del núcleo de hierro fijo 90.

30 Después de ajustar las fuerzas elásticas del primer muelle 11 y el segundo muelle 12 modificando la posición roscada del perno de ajuste 40, se aplica un agente obturador 48 al orificio roscado 90a orientado hacia la cara posterior del perno de ajuste 40. El agente obturador 48, cuando está ajustado, funciona como un bloqueo para evitar que el perno de ajuste 40 gire.

35 El segundo cojinete 75 se fabrica en una resina no magnética. Específicamente, el segundo cojinete 75 es un elemento laminar de politetrafluoroetileno (PTFE) pegado sobre la superficie circunferencial interna 33a de la parte que forma una trayectoria magnética 33 del casquillo para formar una forma cilíndrica.

El segundo cojinete 75 realizado en una lámina de resina no magnética soporta el núcleo de hierro móvil 60 sobre la superficie circunferencial interna 33a de la parte que forma una trayectoria magnética 33 del casquillo en un estado en el que el núcleo de hierro móvil puede deslizarse a lo largo del eje central O.

40 El aceite de trabajo descargado por la bomba hidráulica 3 es suministrado al cilindro de potencia 7 a través del orificio de entrada de la válvula 18, la cámara de válvula 83, un regulador variable 84 formado por el espacio anular entre la parte de asiento anular 29 y el cuerpo de la válvula 25, el orificio de salida de la válvula 16 y la cámara de salida de la válvula 85 de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2.

45 El orificio de entrada de la válvula 18 presenta una forma de tres trayectorias de flujo que cada una presenta una sección transversal circular y que atraviesa la parte que forma el conducto 31 mientras se cruzan con el eje central O. En otras palabras, el orificio de entrada de la válvula 18 comprende seis sub-orificios en los que cada uno presenta una abertura en una dirección radial que está formada en la parte que forma un conducto 31 del casquillo a intervalos angulares de sesenta grados. No es necesario que el número de sub-orificios esté limitado a seis, y puede ir desde la unidad a cualquier número plural.

50 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, la cámara de válvula 83 está formada dentro de una superficie circunferencial interior de pequeño diámetro 31a de la parte que forma el conducto 31 del casquillo. La cámara de válvula 83 está formada para presentar un diámetro menor que la cámara delantera 82 mientras que presenta un diámetro mayor que el orificio de salida de la válvula 16. El orificio de entrada de válvula 18 se comunica permanentemente con la cámara de válvula 83. El orificio de salida de válvula 16 comunica con la cámara de válvula 83 a través del espacio anular formado entre la parte de asiento anular 29 y el cuerpo de la válvula 25.

60 Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, la cámara de válvula 83, el orificio de salida de la válvula 16, la parte de asiento anular 29 y la cámara de salida de la válvula 85 están dispuestos coaxialmente sobre el eje central O.

Un diámetro exterior d de la parte columnar 27 del cuerpo de la válvula 25 se ajusta para ser marginalmente más pequeño que un diámetro interior D del orificio de salida de la válvula 16.

La válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 adopta una abertura de válvula mínima en un estado en el que la parte columnar 27 invade la parte de asiento anular 29. El área en sección transversal A_v del espacio anular o, en otras palabras, un área de apertura del regulador variable 84 en la abertura de válvula mínima viene representada por la siguiente relación (2):

$$A_v = (\pi/4) \cdot (D^2 - d^2) \quad (2)$$

En una zona de desplazamiento del eje 20 donde la parte columnar 27 invade la parte de asiento anular 29, se mantiene la abertura de válvula mínima. Esta zona de desplazamiento del eje 20 se denomina zona de apertura mínima. La zona de apertura mínima se encuentra próxima a una posición más saliente del eje 20 en la que el eje 20 sobresale del primer cojinete 70 hasta un grado máximo tal que la parte columnar 27 del cuerpo de la válvula 25 invade la parte de asiento anular 29. Cuando el eje 20 se encuentra en la posición más saliente desde el primer cojinete 70, una longitud de proyección máxima L , que es una distancia desde el límite entre la parte cónica 26 y la parte columnar 27 a una cara frontal del primer cojinete 70, es mayor que una distancia desde la parte de asiento anular 29 a la cara frontal del primer cojinete 70.

Manteniendo la abertura de válvula mínima en la región de apertura mínima del eje 20 de esta manera es deseable para compensar un error de producción respecto a un extremo de desplazamiento del eje 20 en la dirección de cierre de válvula que puede afectar a un área de sección transversal de paso de flujo A_v del regulador variable 84.

Una región entre la región de apertura mínima y una región de apertura máxima del eje 20 se denomina región variable del área de apertura. En la región variable del área de apertura, la parte cónica 26 del cuerpo de la válvula 25 está situada en el lado interior de la parte de asiento anular 29 de manera que el área de apertura A_v del regulador variable 84 varía de acuerdo con un desplazamiento del cuerpo de la válvula 25 a lo largo del eje central O .

En la zona de apertura mínima de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, el caudal de aceite de trabajo que pasa a través del regulador variable 84 se mantiene en un caudal mínimo.

En la región variable de la zona de apertura de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, el caudal de aceite de trabajo que pasa a través del regulador variable 84 aumenta en una proporción de primer orden respecto al área de apertura de válvula del regulador variable 84 de manera que el caudal de aceite de trabajo que pasa a través del regulador variable 84 aumenta desde el caudal mínimo hasta un caudal máximo.

La apertura de válvula máxima de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 se consigue en una posición en la que el núcleo de hierro móvil 60 que se ha movido hacia la derecha en la figura 2, está a punto de entrar en contacto con la segunda arandela de separación 42. Una zona de desplazamiento del eje 20 desde esta posición hasta el punto en el que el núcleo de hierro móvil 60 entra en contacto con la segunda arandela de separación 42 se denomina zona de apertura máxima.

De este modo, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 hace que el aceite de trabajo fluya desde el orificio de entrada de válvula 18 hacia la entrada de salida de válvula 16 en un caudal definido por la posición de desplazamiento del eje 20.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 4, en esta válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, la longitud de proyección máxima L del cuerpo de la válvula 25 desde el primer cojinete 70 está configurada para que no sea mayor que 1,5 veces el diámetro exterior d de la parte columnar 27 del eje 20. La longitud de proyección del cuerpo de la válvula 25 desde el primer cojinete 70 está representada por la distancia desde el límite entre la parte cónica 26 y la parte columnar 27 hacia la cara frontal del primer cojinete 70, tal como se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con los experimentos realizados por los inventores, este ajuste es preferible para mantener una concentricidad del cuerpo de la válvula 25 con la parte de asiento anular 29 bajo la presión del aceite de trabajo que actúa sobre el cuerpo de la válvula 25 cuando el eje 20 se desplaza.

Haciendo referencia a la figura 5, en esta válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 en la que la longitud de proyección máxima L del eje 20 está configurada para que no sea mayor que 1,5 veces el diámetro exterior d del eje 20, la relación entre una corriente de magnetización I suministrada a la bobina 52 y un caudal Q de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 está representada por una línea discontinua. Específicamente, en la zona de apertura mínima, el caudal Q se mantiene en un valor sustancialmente constante independientemente de un aumento/disminución de la corriente de magnetización I . En la región variable del área de apertura, el caudal Q aumenta a medida que la corriente de magnetización I aumenta. En la zona de apertura

máxima, el caudal Q se mantiene a un valor sustancialmente constante independientemente de un aumento/disminución de la corriente de magnetización I .

5 Por el contrario, una línea continua en la figura indica una característica de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 cuando la longitud de proyección máxima L del cuerpo de la válvula 25 está configurada para que sea mayor que 1,5 veces el diámetro exterior d del eje 20.

10 En la característica mostrada por la línea continua, se observa que el caudal Q muestra un rápido aumento en un cierto punto respecto a un aumento en la corriente de magnetización I . Este punto se denomina punto de inflexión. Se considera que el punto de inflexión aparece cuando una fuerza dinámica del aceite de trabajo que fluye a través del regulador variable 84, que se ejerce sobre el cuerpo de la válvula 25 durante el desplazamiento del eje 20, provoca una deformación por flexión del eje 20.

15 La deformación por flexión del eje 20 perjudica la concentricidad del cuerpo de la válvula 25 con la parte de asiento anular 29, provocando de este modo una fluctuación en la característica de caudal de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2. Cuando se produce una fluctuación en la característica de caudal de la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2, la precisión del control de caudal se ve afectada negativamente. Para evitar que aparezca el punto de inflexión, la longitud máxima de proyección L del cuerpo de la válvula 25 no debe ser mayor que 1,5 veces el diámetro exterior d de la parte columnar 27.

20 Con referencia de nuevo a la figura 4, para cumplir con el requisito anterior, el primer cojinete 70 está dispuesto cerca de la parte de asiento anular 29 de manera que la abertura del orificio de entrada de la válvula 18 queda parcialmente cubierta por el primer cojinete 70. De acuerdo con esta disposición del primer cojinete 70, la longitud máxima de proyección L del cuerpo de la válvula 25 puede establecerse dentro de $1,5d$ sin reducir el diámetro del orificio de entrada de válvula 18. Debe observarse que, en la parte de la abertura del orificio de entrada de la válvula 18 que está cubierta por el primer cojinete 70, se sigue formando un flujo de aceite de trabajo a través de las ranuras circunferenciales externas 71.

30 Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, el casquillo 30 comprende una superficie circunferencial interior de gran diámetro 31b que hace tope con la superficie circunferencial interior de pequeño diámetro 31a. Entre la superficie circunferencial interior de pequeño diámetro 31a y la superficie circunferencial interior de gran diámetro 31b hay formada una parte de escalón 31c del casquillo anular parte de escalón 31c del casquillo anular.

35 El primer cojinete 70 se fija al casquillo 30 presionando la superficie circunferencial externa 70b dentro de la superficie circunferencial interior de gran diámetro 31b. Se impide que el primer cojinete 70 se acerque a la parte de asiento anular 29 acoplando el primer cojinete 70 en el casquillo 30 de manera que una cara frontal 70c del primer cojinete 70 hace contacto con la parte de escalón 31c del casquillo. Disponiendo la parte de escalón 31 del casquillo para evitar que el primer cojinete 70 se mueva hacia la parte de asiento anular 29 se impide que se produzca un problema al cerrar el orificio de entrada de válvula 18 mediante el primer cojinete 70 o que la longitud de proyección máxima L del cuerpo de la válvula 25 varíe debido a un desplazamiento del primer cojinete 70. Esta parte de escalón 31c del casquillo constituye un elemento de prevención de desplazamiento del primer cojinete 70 que evita que el primer cojinete 70 se desplace hacia la parte de asiento anular 29.

45 Tal como se ha descrito anteriormente, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 de acuerdo con esta invención comprende el primer cojinete 70 que soporta el eje 20 entre el núcleo de hierro móvil 60 y la parte de asiento anular 29 y el segundo cojinete 75 que soporta el núcleo de hierro móvil 60. Disponiendo el primer cojinete 70 separado del segundo cojinete 75, la longitud de proyección máxima L del cuerpo de la válvula 25 desde el primer cojinete 70 puede hacerse más corta. Por consiguiente, se mejora la rigidez de soporte del cuerpo de la válvula 25 y la concentricidad del cuerpo de la válvula 25 con la parte de asiento anular 29 puede mantenerse de manera segura. Por lo tanto, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional 2 presenta una característica de caudal estable relacionada con la corriente de magnetización I del solenoide 15.

50 Además, estableciendo la longitud de proyección máxima L del cuerpo de la válvula 25 desde el primer cojinete 70 a no más de 1,5 veces el diámetro d del eje 20, la concentricidad del cuerpo de la válvula 25 con la parte de asiento anular 29 se mejora adicionalmente.

De acuerdo con esta invención, por lo tanto, no es probable que se produzca un rápido aumento del caudal Q a una abertura determinada de la válvula respecto a un aumento de la corriente de magnetización I , o en otras palabras, un punto de inflexión en la característica de caudal y puede realizarse un control preciso del caudal.

60 Aunque la invención se ha descrito anteriormente con referencia a ciertas realizaciones, la invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente. Los expertos en la materia contemplarán modificaciones y variaciones de las realizaciones descritas anteriormente, dentro del alcance de las reivindicaciones.

Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, la válvula de control de flujo electromagnética proporcional se aplica a un dispositivo de dirección asistida de un vehículo, pero esta invención produce un efecto preferible cuando se aplica a una válvula de control de flujo electromagnética proporcional en diversos vehículos industriales.

5 Las realizaciones de esta invención en las que se reivindica una propiedad o privilegio exclusivo se definen tal como sigue:

REIVINDICACIONES

1. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) que regula un caudal de un fluido de trabajo de acuerdo con una fuerza magnética generada por un solenoide (15), que comprende:
- 5 un casquillo (30);
 un núcleo de hierro móvil (60) que se desplaza en una dirección axial respecto al casquillo (30) de acuerdo con la fuerza magnética;
 un eje (20) que se desplaza junto con el núcleo de hierro móvil (60);
 un cuerpo de válvula (25) formado en el eje (20);
- 10 una parte de asiento (29) que permite que lo invada el cuerpo de la válvula (25) de manera que entre ellos se forma un espacio anular a través del cual fluye el fluido de trabajo, variándose un área en sección transversal (Av) del espacio anular de acuerdo con una posición de desplazamiento del eje (20);
 un primer cojinete (70) que soporta el eje (20) en el casquillo (30) entre el núcleo de hierro móvil (60) y la parte de asiento (29);
- 15 una cámara de válvula (83) formada entre el primer cojinete (70) y la parte de asiento (29) para suministrar fluido de trabajo al espacio anular;
 un segundo cojinete (75) que soporta el núcleo de hierro móvil (60) en una posición separado del primer cojinete (70); en el que
 el segundo cojinete (75) es un elemento de lámina de una resina no magnética pegada sobre una superficie
- 20 circunferencial interior (33a) del casquillo (30) para formar una forma cilíndrica, caracterizado por el hecho de que
 el casquillo (30) comprende un orificio de entrada de válvula (18) que introduce fluido de trabajo hacia la cámara de válvula (83), un orificio de salida de válvula (16) que rodea el cuerpo de la válvula (25) en una posición curso abajo de la parte de asiento (29) para permitir que el fluido de trabajo que ha pasado por el espacio anular salga desde la
- 25 cámara de válvula (83), una superficie circunferencial interior de diámetro menor (31a) que forma la cámara de válvula (83), una superficie circunferencial interior de diámetro mayor (31b) formada junto a la superficie circunferencial interior de diámetro menor (31a) a través de una parte de escalón (31c) del casquillo anular ,
 el primer cojinete (70) está fijado a la superficie circunferencial interior de diámetro mayor (31b) en contacto con la parte de escalón (31c) del casquillo anular, y
- 30 el orificio de entrada de válvula (18) está formado para extenderse por la superficie circunferencial interior de diámetro menor (31a) y la superficie circunferencial interior de diámetro mayor (31b).
2. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 1, en la que el cuerpo de la válvula (25) comprende una parte columnar (27) que es continua con el eje (20) y una parte cónica (26) que se reduce gradualmente en diámetro desde la parte columnar (27), y se establece un valor máximo (L) de una longitud de proyección del cuerpo de la válvula (25) desde el primer cojinete (70) de modo que no es mayor que 1,5 veces el diámetro (d) de la parte columnar (27).
- 35 3. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 2, en la que el primer cojinete (70) comprende una cara frontal (70c) que está orientada hacia la cámara de válvula (83), y la longitud de proyección está representada por una distancia desde un límite entre la parte columnar (27) y la parte cónica (26) hasta la cara frontal (70c) del primer cojinete (70).
- 40 4. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 1, en la que el eje (20) comprende una superficie circunferencial externa (70b) y un eje central (O), y el primer cojinete (71) está configurado para cubrir una parte de una abertura del orificio de entrada de la válvula (18) sobre la cámara de la válvula (83) y tiene una superficie circunferencial externa (70b) en la cual está formada una ranura circunferencial externa (71) en una dirección a lo largo del eje central (O).
- 45 5. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 4, que comprende, además, un elemento limitador que impide que el núcleo de hierro móvil (60) se desplace más allá de una posición predeterminada, en el que la longitud de proyección toma un valor máximo (L) cuando el núcleo de hierro móvil (60) se encuentra en la posición predeterminada.
- 50 6. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 4 o en la reivindicación 5, en la que el cuerpo de la válvula (25) está dispuesto en un extremo del eje (20), el eje (20) comprende una cara extrema trasera en otro extremo del mismo, y la válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) comprende, además, un conducto (71, 82, 60c, 81, 42a) que aplica una presión de fluido de trabajo en el orificio de entrada de la válvula (18) a la cara extrema trasera del eje (20).
- 55 7. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el solenoide (15) está configurado para accionar el eje (30), cuando se magnetiza, en una dirección para aumentar el área de sección transversal (Av) del espacio anular a través del núcleo de hierro móvil (60).
- 60

- 5 8. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 7, que comprende, además, un primer muelle (11) que empuja el eje (20) hacia una dirección para disminuir el área en sección transversal (Av) del espacio anular y un segundo muelle (12) que empuja el eje (20) hacia una dirección para aumentar el área en sección transversal (Av) del espacio anular, en el que el solenoide (15) está configurado para accionar el núcleo de hierro móvil (60) y el eje (20), cuando se magnetiza, en la dirección para aumentar el área en sección transversal (Av) del espacio anular.
- 10 9. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 8, que comprende, además, un perno de ajuste (40) que regula fuerzas elásticas del primer muelle (11) y el segundo muelle (12), en el que el solenoide (15) comprende un núcleo de hierro fijo (90), y el perno de ajuste (40) comprende una parte roscada (40a) que se rosca en el núcleo de hierro fijo (90), y una parte de diámetro ensanchado (40b) que tiene un diámetro mayor que la parte roscada (40a) para evitar que el perno de ajuste (40) se salga del núcleo de hierro fijo (90).
- 15 10. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en la reivindicación 3, en la que el valor máximo (L) de la longitud de proyección se establece para que sea mayor que una distancia entre la parte de asiento (29) y la cara extrema del primer cojinete (70).
- 20 11. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el solenoide (15) comprende: un carrete de bobina (50) realizado en resina, una bobina (52) enrollada sobre el carrete de bobina (50), una carcasa de bobina (10) que aloja la bobina (52), y una resina de moldeo (54) que se llena entre la carcasa de bobina (10) y la bobina (52), y la resina de moldeo (54) se forma moldeando una resina que tiene un punto de fusión más alto que un material constituyente del carrete de bobina (50) y está unida por fusión al carrete de bobina (50).
- 25 12. Válvula de control de flujo electromagnética proporcional (2) según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende, además, un elemento (31c) que impide que el primer cojinete (70) se desplace hacia la parte de asiento (29).
- 30

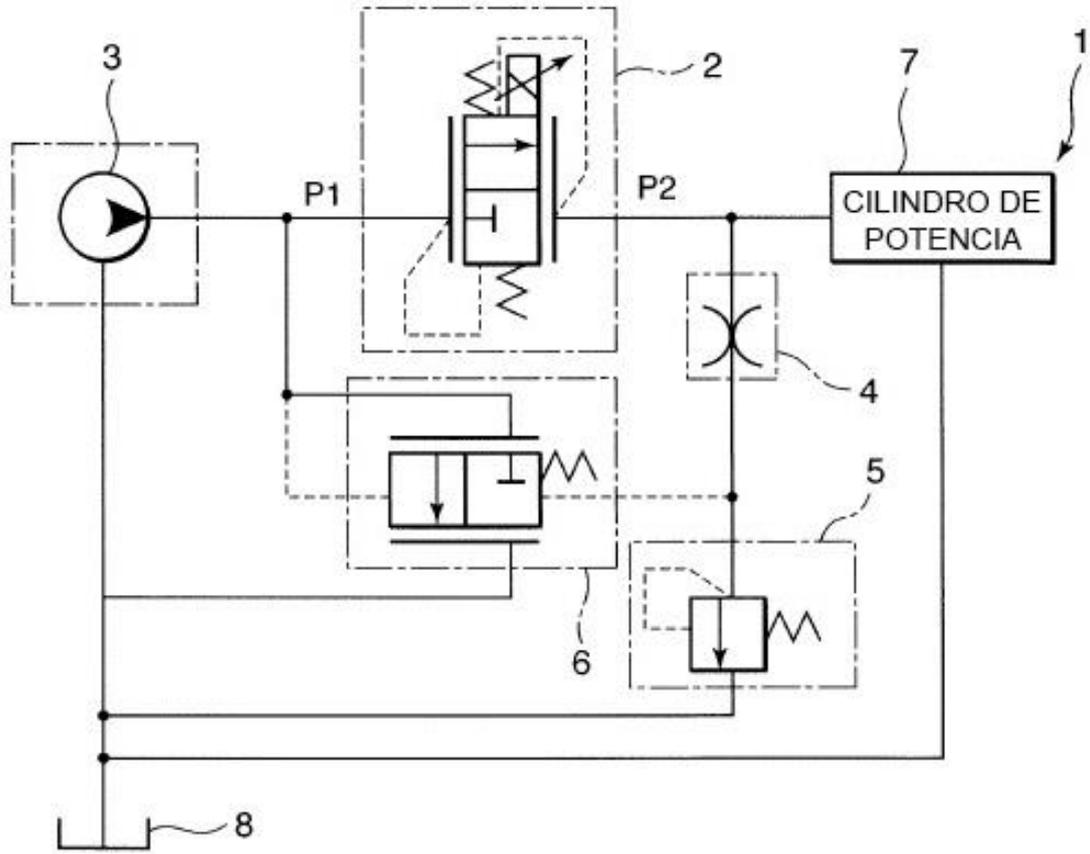


FIG. 1

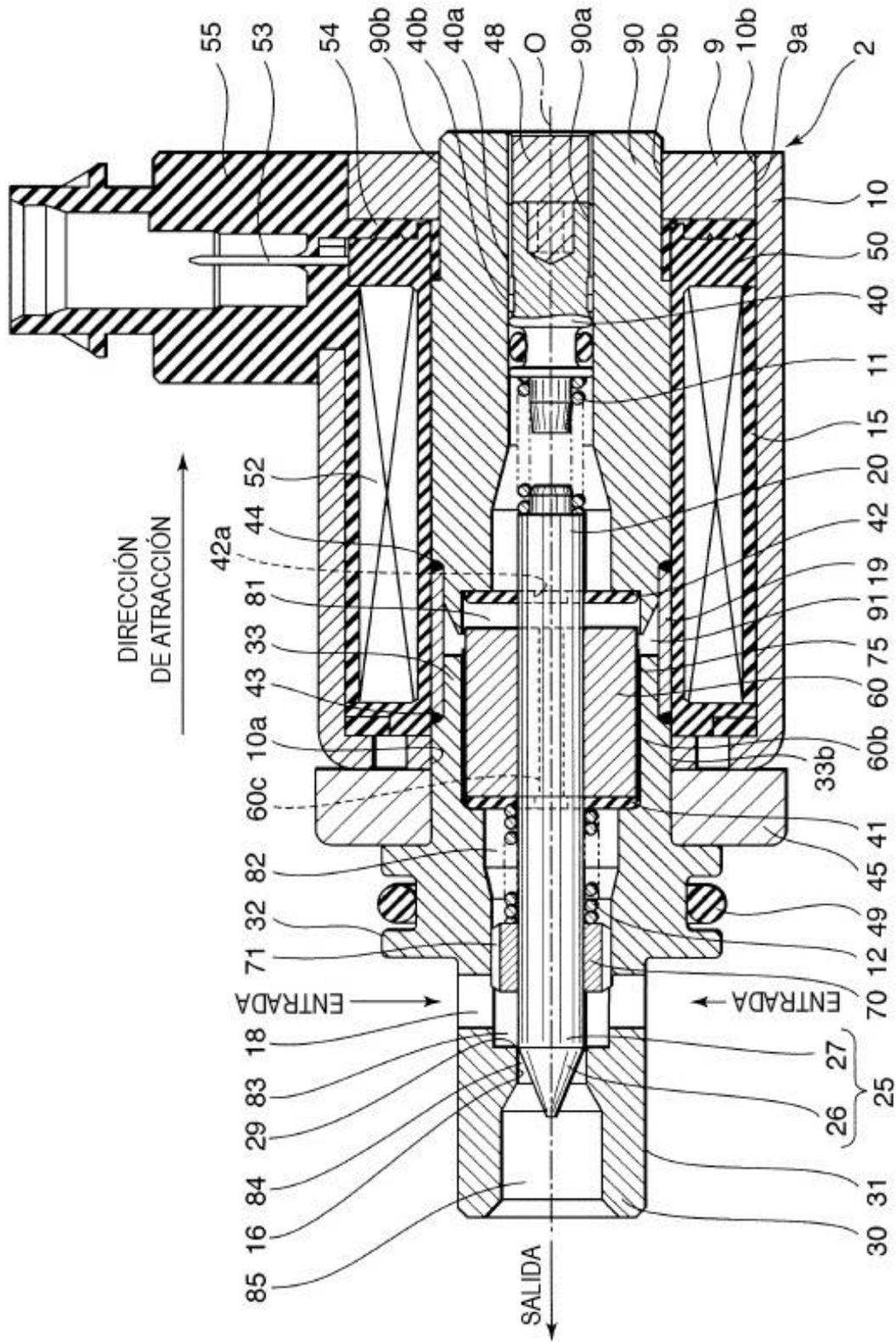


FIG. 2

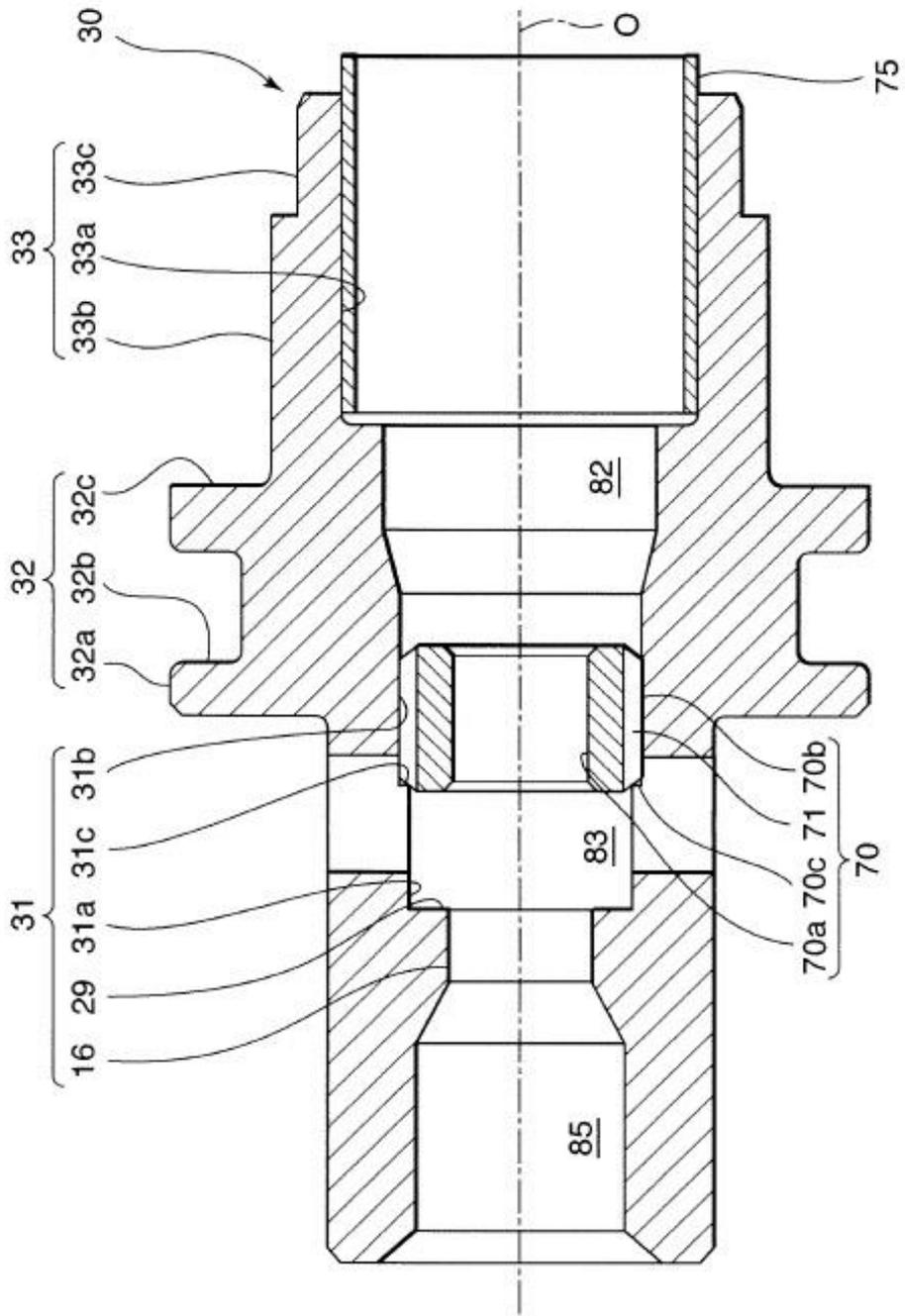


FIG. 3

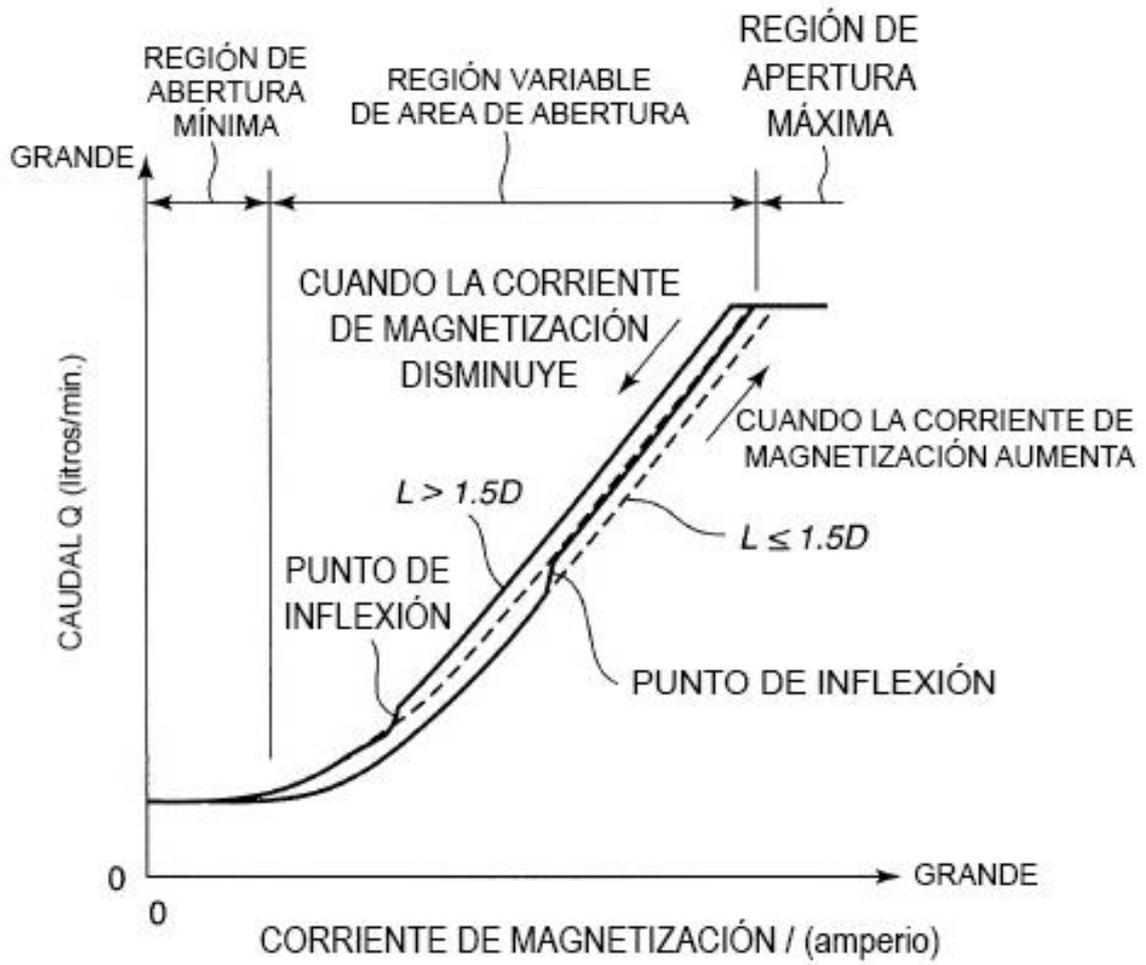


FIG. 5