

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 274**

51 Int. Cl.:

F16K 31/06	(2006.01)
H01F 7/16	(2006.01)
F16C 33/42	(2006.01)
F16C 19/06	(2006.01)
F16K 39/04	(2006.01)
F16K 11/07	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2013 PCT/US2013/050128**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14011918**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2013 E 13817256 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 2872806**

54 Título: **Actuador de solenoide de acción directa**

30 Prioridad:

11.07.2012 US 201261741054 P

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

19.09.2018

73 Titular/es:

**FLEXTRONICS AP, LLC (100.0%)
6201 America Center Drive
San Jose, CA 95002, US**

72 Inventor/es:

**NAJMOLHODA, HAMID y
PETERSON, MATTHEW P.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 682 274 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

Actuador de solenoide de acción directa

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un actuador de solenoide electromagnético de acción directa que tiene un mecanismo de armazón que acciona un elemento de control de fluido.

Antecedentes de la invención

10 Los actuadores de solenoide de acción directa se utilizan a menudo para controlar la presión de fluido en una variedad de sistemas, que incluyen los mecanismos de embrague y otros dispositivos en un automóvil. Los actuadores de solenoide de acción directa emplean un mecanismo de armazón que acciona un elemento de control de fluido, tal como una bobina, una válvula de control de flujo proporcional de cuatro vías alineada por un resorte, una válvula de disco con movimiento vertical y similares en diversas aplicaciones de control hidráulico. De manera típica, el armazón está conectado a, y conduce, un pasador de empuje que se acopla con el elemento de control de fluido para este fin.

15 A partir de la técnica anterior, se conocen varios actuadores de solenoide y válvulas correspondientes diferentes. Por ejemplo, los documentos DE 10 2006 010 967 A1, JP 2011 052750 A, JP 2000 227 114 A, US 7.007.925 B2, US 6.313.726 B1, US 4.525.695 A, GB 2 014 795 A, US 5.249.603 A describen diferentes formas de realización de un actuador de solenoide para, por ej., válvulas con por lo menos un cojinete para reducir la fricción de los componentes móviles.

20 Además, diferentes tipos de cojinetes son conocidos a partir por ej., los documentos JP 2005 351447 A, JP 2007 333 063 A, US 1.750.641 A y EP 0 668 449 A2.

25 Un cambio en la corriente eléctrica suministrada al solenoide da como resultado un cambio en la presión del fluido. Idealmente, una corriente de entrada dada corresponde a una sola presión, independiente de si la corriente de entrada es creciente o decreciente. Por ejemplo, si se considera un solenoide que está inicialmente a alta presión (20 bares) a corriente cero, cuando se aplica una corriente de 0,5 Amp, la presión cae a 12 bares. Idealmente, si la corriente se incrementa a 1 Amp, y luego disminuye de nuevo a 0,5 Amps, la presión será de nuevo 12 bares. Por lo tanto, un valor de presión se puede determinar para cada valor de la corriente, de manera independiente de si la corriente es creciente o decreciente.

30 En realidad, una serie de factores contribuyen a la histéresis en los actuadores de solenoide. La histéresis describe la diferencia en la salida para una entrada dada cuando la entrada es creciente comparada con decreciente. En un actuador de solenoide de acción directa, la fricción entre el armazón y el manguito del armazón, así como también los desechos en el fluido hidráulico que rodea el armazón, pueden impedir que el armazón se deslice suavemente en respuesta al campo magnético inducido. Esto puede dar como resultado diferentes valores de presión para una corriente dada, dependiendo de si la corriente es creciente o decreciente. Como tal, la fiabilidad del actuador disminuye, y la dirección de la corriente (creciente o decreciente) se debe tener en cuenta al seleccionar una corriente para alcanzar una presión deseada.

35 Por lo tanto, existe una necesidad de actuadores de solenoide de acción directa que reduzcan o minimicen la histéresis durante el funcionamiento al mismo tiempo que mejoren la robustez ante la contaminación en forma de materia extraña en el fluido hidráulico.

Sumario de la invención

40 Un actuador de solenoide de acción directa incluye un armazón y el elemento de pasador de empuje asociado que está suspendido a partir de ciertos componentes del solenoide fijo por medio de una jaula completamente flotante e independiente de los elementos rodantes, tales como cojinetes o radiales. El componente de solenoide fijo puede comprender una pieza polar y/o un manguito de flujo. La pieza polar puede incluir topes para limitar el movimiento de la jaula de elementos rodantes en la dirección axial. La invención se refiere a un actuador de solenoide como se define en la reivindicación 1. Otros detalles para la forma de realización de la invención se dan en las reivindicaciones dependientes 2 a 13.

Breve descripción de los dibujos

50 La Fig. 1 es una vista desde arriba de una válvula de control de fluido que tiene un actuador de solenoide de acción directa para la conducción de una bobina que tiene un pistón de retroalimentación flotante de manera lineal en conformidad con una forma de realización ilustrativa de la invención.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 1.

La Fig. 3 muestra una vista en sección de la jaula de elementos rodantes de acuerdo con una forma de realización ilustrativa.

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de la jaula de elementos rodantes de la Fig. 3.

La Fig. 5 muestra una vista en sección de la jaula de elementos rodantes que tiene diferentes diámetros de rodamiento radial en conformidad con otra forma de realización ilustrativa.

La Fig. 6 muestra una vista en perspectiva de la jaula de la Fig. 5 para los rodamientos radiales.

5 La Fig. 7 es una vista desde arriba de una válvula de control de fluido que tiene un actuador de solenoide de acción directa para la conducción de una bobina que tiene un pistón de retroalimentación flotante de manera lineal en conformidad con otra forma de realización de la invención.

La Fig. 8 es una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 7.

10 La Fig. 9 es una vista desde arriba de una válvula de control de fluido que tiene un actuador de solenoide de acción directa para la conducción de una válvula de bobina de control de flujo proporcional de cuatro vías alineada por un resorte de manera lineal en conformidad con otra forma de realización de la invención.

La Fig. 10 es una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 9.

15 La Fig. 11 es una vista desde arriba de un actuador de solenoide de acción directa para la conducción de una bobina (no se muestra), una válvula de disco con movimiento vertical de tres vías (no se muestra), u otra válvula de control de fluido en relación con una presión de control variable comandada.

La Fig. 12 es una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 11.

La Fig. 13 muestra la presión normalmente alta frente a la corriente alcanzable por la válvula de control de fluido de las Figs. 1, 2; 3, 4; y 5, 6.

20 La Fig. 14 muestra una presión normalmente baja frente a la corriente para la válvula de control de fluido de las Figs. 7, 8; 3, 4; y 5, 6.

La Fig. 15 muestra el flujo frente a la corriente para la válvula de control de fluido de cuatro vías de las Figs. 9, 10; 3, 4; y 5, 6.

Descripción detallada de la invención

25 Con referencia a la Fig. 1, se muestra un actuador de solenoide de acción directa 100 que tiene terminales eléctricos 102 y una tapa de calibración 104. Una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 1 se muestra en la Fig. 2.

30 Una válvula de control de fluido 264 tiene un actuador de solenoide de acción directa 200 en conformidad con una forma de realización ilustrativa de la invención. El actuador de solenoide de acción directa 200 acciona una bobina 228 dentro de un cuerpo de la boquilla 226 de la válvula de control de fluido 264. En una forma de realización de la invención, la bobina 228 incluye una tapa (pistón de retroalimentación flotante) 258. El actuador de solenoide de acción directa 200 comprende una carcasa 206 que contiene una bobina 210, un bobinado 212 de alambre enrollado en la bobina 210 y conectado a los terminales eléctricos 202. En una forma de realización, la carcasa 206 comprende acero y la bobina 210 es un material sintético tal como plástico, si bien aquéllos con experiencia en la técnica se darían cuenta de que se pueden utilizar otros materiales. El bobinado 212 está contenido entre la parte exterior de la carcasa 206 y un manguito de flujo 208. Una pieza polar 214 está montada de forma fija en el extremo de la carcasa 206 con un tope del armazón 224 dispuesto de forma fija en el orificio interior de la pieza polar 214. Se proporciona un espaciador 246 en la pared del extremo de la carcasa 206 para posicionar la válvula de control de fluido 264.

40 Como se describirá más adelante, una jaula completamente flotante 220 de rodamientos radiales 222 está dispuesta en el orificio interior de la pieza polar 214, los rodamientos radiales 222 que se trasladan en la superficie interior de la pieza polar 214 y también se trasladan en la superficie exterior del pasador de empuje 218 (elemento de empuje del armazón) asociado con el armazón 216. La jaula 220 está flotando totalmente en el espacio anular entre la pieza polar 214 y el pasador de empuje 218 en que la jaula 220 no está fijada en ningún plano y se puede mover libremente de manera axial y radial en el espacio anular entre el hombro integral ilustrado en el orificio interior de la pieza polar 214 y el tope del armazón 224. Esto permite que el movimiento del armazón 216 esté alineado axialmente con respecto a la pieza polar 214 y el manguito de flujo 208. El pasador de empuje 218 se ajusta a presión o se conecta de otro modo al armazón 216, que se recibe en el manguito de flujo 208 de la carcasa 206 de manera tal que el armazón 216 y el pasador de empuje 218 se mueven juntos axialmente en respuesta a la corriente aplicada al bobinado 212.

50 Con referencia a la Fig. 3, se muestra una jaula 302 de rodamientos radiales 304. La jaula 302 puede tener una variedad de formas, no se limita a la mostrada. La relación del diámetro de la jaula 302 con respecto al diámetro de los rodamientos radiales 304 también se puede variar. El diámetro de la jaula 302 se puede determinar con base en un actuador de solenoide de acción directa particular. Por ejemplo, la jaula 302 puede estar dimensionada de

manera tal que los rodamientos radiales 304 se trasladen en la superficie interior de la pieza polar 214 en la Fig. 2 y también se trasladen en la superficie exterior del pasador de empuje 218. La jaula 302 puede ser "delgada" con respecto al diámetro de los rodamientos radiales 304, para exponer de ese modo una porción mayor de los rodamientos radiales 304, o puede rodear los rodamientos radiales 304 casi por completo. En cualquier caso, una porción de los rodamientos radiales 304 puede estar expuesta, y se puede extender más allá del diámetro interior y exterior de la jaula 302. La jaula 302 puede albergar seis rodamientos radiales 304, como se muestra en la Fig. 3, o puede tener más o menos rodamientos radiales 304.

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de la jaula 302 de rodamientos radiales 304 que se muestra en la Fig. 3. Con referencia a la Fig. 4, la jaula 402 puede comprender una pieza superior 406 y una pieza inferior 408. La pieza superior 406 y la pieza inferior 408 pueden ser sólidas, y cubrir la parte superior e inferior de cada rodamiento radial 404, o puede ser abierta, de manera tal que una porción de la parte superior e inferior de los rodamientos radiales 404, así como también los lados, queden expuestos. De manera alternativa, la jaula 402 puede comprender una única pieza. Los rodamientos radiales 404 pueden estar libres para girar en todas las direcciones dentro de la jaula 402. Por supuesto, aquéllos con experiencia en la técnica se darían cuenta de que la función de las piezas superiores e inferiores 406, 408 es mantener los rodamientos radiales 404 en posición relativa el uno al otro, si bien se puede permitir una cierta cantidad de flexibilidad en las piezas superiores e inferiores 406, 408.

La Fig. 5 muestra otra forma de realización de una jaula 502 de rodamientos radiales 504. La jaula 502 en esta forma de realización tiene un diámetro mayor con respecto al diámetro de los rodamientos radiales 504. La Fig. 6 muestra una vista lateral de la jaula 602 de rodamientos radiales 604.

En un actuador de solenoide convencional, el miembro de empuje del armazón es recibido con un ajuste apretado en la pieza polar. Con referencia de nuevo a la Fig. 2, esto correspondería al pasador de empuje 218 que está en pleno contacto con la pieza polar 214, o en contacto deslizante con un cojinete (no se muestra) que es recibido con un ajuste apretado en la pieza polar 214. Los cambios en la corriente aplicada a la bobinado 212 dan como resultado el movimiento del armazón 216 y el pasador de empuje 218, lo cual provoca que la superficie exterior del pasador de empuje 218 se deslice contra la superficie interior de la pieza polar 214 o cojinete. Si un fluido que porta contaminantes entrara en el área entre el pasador de empuje 218 y la pieza polar 214 o cojinete, los contaminantes pueden quedar atorados entre el pasador de empuje 218 y la pieza polar 214 o cojinete, lo cual incrementa en gran medida la fricción entre ellos, y altera la respuesta de la válvula de control de fluido 264 a una corriente aplicada dada. Esta respuesta alterada contribuye a la histéresis, la reducción de la fiabilidad y/o la capacidad de repetición de la de la válvula de control de fluido 264 a una corriente particular. Dependiendo del tamaño y la cantidad de contaminantes, el rendimiento de la válvula de control de fluido 264 se puede degradar hasta el punto de fallar. Si se incrementara el área entre el pasador de empuje 218 y la pieza polar 214, el armazón 216 y el pasador de empuje 218 se pueden desalinearse con el manguito de flujo 208 y la pieza polar 214, lo cual incrementa la fricción entre las superficies, y degrada la respuesta de la válvula de control de fluido.

Por el contrario, con referencia de nuevo a la Fig. 2, la presente invención comprende una jaula 220 de rodamientos radiales 222 que está posicionada entre el pasador de empuje 218 y la pieza polar 214. La jaula 220 de rodamientos radiales 222 permite un espacio entre la pieza polar 214 y el pasador de empuje 218. En el caso de que el fluido que porta contaminantes entrara en el espacio entre la pieza polar 214 y el pasador de empuje 218, la probabilidad de que los contaminantes se queden atorados entre el pasador de empuje 218 y la pieza polar 214 se reduce en gran medida debido al espacio más grande. Por lo tanto, el solenoide es menos susceptible a los daños provocados por los contaminantes en el fluido. La jaula 220 de rodamientos radiales 222 también sirve para guiar el movimiento axial del pasador de empuje 218, mientras que reduce la fricción entre la pieza polar 214 y el pasador de empuje 218. En lugar de que la pieza polar 214 esté en pleno contacto con el pasador de empuje 218, cada uno de la pieza polar 214 y el pasador de empuje 218 ahora sólo está en contacto con los rodamientos radiales 222. Estos rodamientos radiales 222 son libres de moverse dentro de la jaula 220, y de este modo permiten que el pasador de empuje 218 se mueva dentro de la pieza polar 214 con mínima resistencia. Se debe señalar que, si bien sólo se muestra una jaula 220 en la ubicación en particular, se pueden utilizar varias jaulas 220, y en diferentes lugares.

El extremo de diámetro reducido del armazón 216 se recibe con un ajuste de apoyo apretado en el extremo adyacente de la bobina 228. El cuerpo de la boquilla 226 incluye el puerto de suministro 234 definido entre las juntas tóricas 238 y 240 y está protegido por el filtro 260; el puerto de control 232 definido entre las juntas tóricas 236 y 238 y está protegido por el filtro 262; el puerto de escape 230; y la abertura de escape del extremo 256 en la tapa de la boquilla 254. La bobina 228 se mueve en respuesta al movimiento del armazón 216 para regular la presión en el puerto de control 232.

El extremo exterior del pasador de empuje 218, y de este modo el armazón 216, es alineado por un mecanismo de resorte 244. La Fig. 2 muestra un resorte helicoidal cónico, si bien se pueden utilizar otros tipos de mecanismos de resorte. El mecanismo de resorte 244 está confinado entre una tapa de resorte 242 y una tapa de calibración 204 que se puede deformar para ajustar la precarga del resorte que establece el estado de alta presión de la válvula de control (que se muestra en la Fig. 2 a 0 Amps; sin corriente al bobinado 212). Por lo tanto, a 0 Amps, el puerto de suministro 234 está abierto al puerto de control 232, que define el estado de alta presión. A medida que se incrementa la corriente aplicada al bobinado 212, el armazón 216 y por lo tanto la bobina 228 se desplazan hacia el mecanismo de resorte 244, lo que da como resultado un estrechamiento de la vía hidráulica entre el puerto de

suministro 234 y el puerto de control 232. Esto provoca que la presión de control y, por lo tanto, la fuerza hidráulica, decrezcan en consecuencia.

En una forma de realización de la invención, la bobina 228 incluye una tapa (pistón de retroalimentación flotante) 258 que se comunica con un orificio de bobina longitudinal 248 y el orificio de bobina radial 250 que está abierto al puerto de control 232 como se muestra en la Fig. 2. La parte exterior de la tapa de la bobina 258 está expuesta a la presión de escape o cero en la cámara 252, mientras que el interior de la tapa de la bobina 258 está expuesta a la presión de controlar como se acaba de describir de manera tal que la tapa de la bobina 258 sea móvil de manera axial e independiente con relación a la bobina 228 y de manera tal que la presión contenida en la tapa de la bobina 258 actúe sobre la bobina 228 con una fuerza que es directamente proporcional a la presión de control y el área en contacto con el fluido en el interior de la tapa de la bobina 258. En efecto, la tapa de la bobina 258 actúa como un recipiente para retener esta presión. Esta fuerza hidráulica equilibra la fuerza magnética sobre el armazón 216.

La tapa de la bobina 258 será forzada o movida de manera axial contra o a tope con la tapa de la boquilla 254 debido a la presión de control hidráulico en el mismo y se mantendrá estacionaria, mientras que la bobina 228 se mueve para regular la presión de control como lo comandado. La tapa de la bobina 258 elimina la necesidad de que la bobina 228 y el cuerpo de la boquilla 226 tengan diámetros intensificados entre sí para alcanzar el área de retroalimentación diferencial equivalente como proporciona la tapa de la bobina 258.

Con referencia a la Fig. 7, se muestra un actuador de solenoide de acción directa 700 que tiene terminales eléctricos 702 y una tapa de extremo del armazón 704. Una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 7 se muestra en la Fig. 8. Una válvula de control de fluido 864 tiene un actuador de solenoide de acción directa 800 en conformidad con otra forma de realización ilustrativa de la invención. El actuador de solenoide de acción directa 800 acciona una bobina 828 dentro de un cuerpo de la boquilla 826 de la válvula de control de fluido 864. En una forma de realización de la invención, la bobina 828 incluye una tapa de la bobina (pistón de retroalimentación flotante) 858. El actuador de solenoide de acción directa 800 comprende una carcasa 806 que contiene una bobina 810, un bobinado 812 de alambre enrollado en la bobina 810 y conectado a los terminales eléctricos 802. El bobinado 812 está contenido entre la parte exterior de la carcasa 806 y un manguito de flujo 808. Una pieza polar 814 está montada de manera fija en el extremo de la carcasa 806 con un tope del armazón 824 dispuesto de manera fija en el orificio interior de la pieza polar 814. Se proporciona un espaciador 846 en la pared del extremo de la carcasa 806 para posicionar la válvula de control de fluido 864.

Una primera jaula completamente flotante 820 de rodamientos radiales 822 está dispuesta en el orificio interior de la pieza polar 814, con los rodamientos radiales 822 que se trasladan en la superficie interior de la pieza polar 814 y que también se trasladan en una superficie exterior del pasador de empuje 818 asociado con el armazón 816. La jaula 820 está flotando totalmente en el espacio anular entre la pieza polar 814 y el pasador de empuje 818 en que la jaula 820 no está fijada en ningún plano y se puede mover libremente de manera axial y radial en el espacio anular entre el hombro integral ilustrado en el orificio interior de la pieza polar 814 y el tope del armazón 824. El pasador de empuje 818 se ajusta a presión o se conecta de otro modo al armazón 816, que es recibido en el manguito de flujo 808 de la carcasa 806, de manera tal que el armazón 816 y el pasador de empuje 818 se muevan de manera axial en respuesta a la corriente aplicada al bobinado 812.

La superficie del extremo exterior del armazón 816 también se recibe en una segunda jaula completamente flotante 844 de rodamientos radiales 842 que residen en la tapa de extremo del armazón 804, que está fijado a la carcasa 806 con los rodamientos radiales 842 que se trasladan en la superficie del extremo exterior del armazón 816. La segunda jaula 844 está flotando totalmente como se describió con anterioridad en el espacio anular entre el extremo de la carcasa 806 y la tapa de extremo del armazón 804.

Los estados de presión normalmente baja y normalmente alta de la válvula de control que se muestran en la Fig. 8 son establecidos por señales de corriente de control comandadas de manera externa proporcionadas al bobinado 812. Un resorte opcional (no se muestra) puede estar dispuesto entre la tapa de la boquilla 854 y la tapa de la bobina 858 si se desea una función de calibración.

El extremo interior del pasador de empuje 818 se acopla con el extremo adyacente de la bobina 828. El cuerpo de la boquilla 826 incluye un puerto de suministro 834 entre las juntas tóricas 838 y 840 y está protegido por el filtro 860; la entrada de control 832 entre las juntas tóricas 836 y 838 y está protegido por el filtro 862; el orificio de escape 830; y la abertura de escape 856 en la tapa de la boquilla 854. La bobina 828 se mueve en respuesta al movimiento del armazón 816 para regular la presión en la entrada de control 832.

En una forma de realización de la invención, la bobina 828 incluye una tapa de la bobina (pistón de retroalimentación flotante) 858 que se comunica con un orificio de la bobina longitudinal 848 y orificios radiales 850 a la entrada de control 832 como se muestra en la Fig. 8. La parte exterior de la tapa de la bobina 858 está expuesta a la presión de escape o cero en la cámara 852, mientras que el interior de la tapa de la bobina 858 se comunica para controlar la presión como se describe a través de orificios 848, 850 de manera tal que la presión contenida en la tapa de la bobina 858 actúe sobre la bobina 828 con una fuerza que es directamente proporcional a la presión y el área dentro de la tapa de la bobina 858. Esta fuerza hidráulica equilibra la fuerza magnética sobre el armazón 816. La tapa de la bobina 858 se verá forzada o desplazada axialmente contra y en contacto con la tapa de la boquilla 854, debido a la

presión de control hidráulica en la misma y se mantendrá estacionaria, mientras que la bobina 828 se mueve para regular la presión de control como lo comandado.

5 Con referencia a la Fig. 9, se muestra un actuador de solenoide de acción directa 900 que tiene terminales eléctricos 902 y una tapa de extremo del armazón 904. Una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 9 se muestra en la Fig. 10. Una válvula de control de fluido 1056 se muestra con un actuador de solenoide de acción directa 1000 en conformidad con una forma de realización de la invención. El actuador de solenoide de acción directa 100 conduce una bobina de control de flujo proporcional de cuatro vías alineado por resorte 1028 de manera lineal.

10 El actuador de solenoide de acción directa 1000 comprende una carcasa 1006 que contiene una bobina 1010, y un bobinado 1012 de alambre enrollado en la bobina 1010 y conectado a los terminales eléctricos 1002. El bobinado 1012 está contenido entre la parte exterior de la carcasa 1006 y un manguito de flujo 1008. Una pieza polar 1014 está montada de manera fija sobre el extremo de la carcasa 1006 con un tope del armazón 1024 dispuesto de manera fija en el orificio interior de la pieza polar 1014. Un espaciador 1054 se proporciona en la pared del extremo de la carcasa 1006 para posicionar la válvula de control de fluido 1056.

15 Una primera jaula completamente flotante 1020 de rodamientos radiales 1022 está dispuesta en el orificio interior de la pieza polar 1014, con los rodamientos radiales 1022 que se trasladan en la superficie interior de la pieza polar 1014 y que también se trasladan en una superficie exterior del pasador de empuje 1018 asociado con el armazón 1016. La jaula 1020 está flotando totalmente en el espacio anular entre la pieza polar 1014 y el pasador de empuje 1018 en que la jaula 1020 no está fija en cualquier plano y se puede mover libremente de manera axial y radial en el espacio anular entre el hombro integral ilustrado en el orificio interior de la pieza polar 1014 y el tope del armazón 1024. El pasador de empuje 1018 se ajusta a presión o se conecta de otro modo al armazón 1016, que se recibe en el manguito de flujo 1008 de la carcasa 1006, de manera tal que el armazón 1016 y el pasador de empuje 1018 se muevan axialmente en respuesta a la corriente aplicada al bobinado 1012.

25 La superficie del extremo exterior del armazón 1016 también es recibida en una segunda jaula completamente flotante 1046 de rodamientos radiales 1044 que residen en la tapa de extremo del armazón 1004, que se fija a la carcasa 1006 con los rodamientos radiales 1022 que se trasladan en la superficie del extremo exterior del armazón 1016. La segunda jaula 1046 está flotando totalmente como se describió con anterioridad en el espacio anular entre el extremo de la carcasa 1006 y la tapa de extremo del armazón 1004. El pasador de empuje 1018 se ajusta a presión o se conecta de otro modo al armazón 1016.

30 El extremo exterior de la bobina 1028 está alineado por un mecanismo de resorte 1052. La Fig. 10 muestra un resorte helicoidal cónico, si bien se pueden utilizar otros tipos de mecanismos de resorte. El mecanismo de resorte 1052 está confinado en una cámara de extremo más exterior del cuerpo de la boquilla 1026. El extremo interior del pasador de empuje 1018 se acopla con el extremo adyacente de la bobina 1028. El cuerpo de la boquilla 1026 incluye una primer y segunda entrada de control 1032 definidas entre las juntas tóricas 1036 y 1038 y entre las juntas tóricas 1040 y 1042 protegidas por los filtros 1050 y los orificios de escape 1030 fuera de las juntas tóricas 1036 y 1042, y un orificio de suministro central 1034 entre las juntas tóricas 1038 y 1040 y también protegidas por un filtro 1050. La bobina 1028 se mueve en respuesta al movimiento del armazón 1016 para regular la presión en los puertos de control 1032. El bobina 1028 está equilibrado a presión de manera hidráulica de manera tal que la fuerza del solenoide sea opuesta por el mecanismo de resorte 1052.

35 40 Con referencia a la Fig. 11, se muestra un actuador de solenoide de acción directa 1100 con terminales eléctricos 1102 y una tapa de calibración 1104. Una vista en sección transversal longitudinal tomada a lo largo de la línea A-A de la Fig. 1 se muestra en la Fig. 12. Un actuador de solenoide de acción directa (motor) 1200 sin el cuerpo de la boquilla de la válvula se puede utilizar para la conducción de una bobina (no se muestra), una válvula de disco con movimiento vertical de tres vías (no se muestra), u otra válvula de control de fluido en relación con una presión de control variable comandada.

45 El actuador 1200 de la Fig. 12 es similar al que se muestra en la Fig. 10, con números similares 00-24 correspondientes a elementos similares. Por ejemplo, el armazón 1016 en la Fig. 10 está etiquetado como 1216 en la Fig. 12. Una primera jaula completamente flotante 1220 de rodamientos radiales 1222 está dispuesta en el orificio interior de la pieza polar 1214, con los rodamientos radiales 1222 que se trasladan en la superficie interior de la pieza polar 1214 y también se trasladan en una superficie exterior del pasador de empuje 1218 asociado con el armazón 1216. La superficie del extremo exterior del armazón 1216 también es recibida en una segunda jaula completamente flotante 1226 de rodamientos radiales 1228 que residen en la tapa de extremo del armazón 1204, que se fija a la carcasa 1206 con los rodamientos radiales 1228 que se trasladan en la superficie del extremo exterior del armazón 1216. La segunda jaula 1226 flota completamente como se describió con anterioridad en el espacio anular entre el extremo de la carcasa 1206 y la tapa de extremo del armazón 1204. Este actuador 1200 se suministraría a un cliente para integrarse en la válvula o el cuerpo de la boquilla del cliente para una válvula de control de fluido particular.

Los estados de presión normalmente baja y normalmente alta de la válvula de control que se muestran en la Fig. 12 están establecidos por señales de corriente de control comandadas de manera externa proporcionadas al bobinado de alambre 1202.

- 5 La Fig. 13 muestra un gráfico de histéresis alcanzable por una presión normalmente alta en la válvula de control de fluido de corriente de bobinado cero (0) en las Figs. 1 y 2, descrita con anterioridad. Las dos curvas representan dos barridos de corriente, en un caso una corriente creciente de 0 Amps a aproximadamente 1 Amp (corriente en Amps en el eje horizontal), y en el otro caso una corriente decreciente de aproximadamente 1 Amp a 0 Amps. La diferencia mínima de la presión para una corriente dada refleja la reducida fricción del dispositivo y la robustez a los contaminantes.
- 10 La Fig. 14 muestra un gráfico de histéresis alcanzable por una presión normalmente baja en la válvula de control de fluido de corriente de bobinado cero (0) tal como la válvula en las Figs. 7 y 8, descrita con anterioridad. Al igual que el gráfico anterior, este gráfico refleja dos barridos de corriente, uno en el que la corriente es creciente, y uno en el que es decreciente. En este caso, la histéresis está suficientemente minimizada de manera tal que las dos curvas son indistinguibles.
- 15 La Fig. 15 muestra el flujo frente a la corriente para una válvula de control de fluido de cuatro vías similar al mostrado en las Figs. 9 y 10. A medida que la corriente se incrementa de 0 Amps a aproximadamente 0,8 Amps, el flujo en un puerto de control cae de 8 litros/minuto a 0 litros/minuto. A medida que la corriente continúa creciendo de 0,8 Amps a 1,4 Amps, el flujo en el otro puerto de control se incrementa de 0 litros/min a 8 litros/min. El proceso entonces se invierte, lo cual crea las curvas mostradas en la Fig. 15.
- 20 Si bien ciertas formas de realización ilustrativas y/o preferidas del actuador de solenoide de acción directa y las válvulas de control de fluido asociadas se han mostrado y descrito en detalle, se debe entender que se pueden hacer variaciones o modificaciones sin apartarse del alcance de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un actuador de solenoide (100, 200, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200) que comprende:
 - un miembro de armazón móvil;
 - un componente de solenoide fijo que tiene:
 - 5 - una carcasa (206, 806, 1006, 1206),
 - un bobinado (212, 812, 1012, 1212) dentro de dicha carcasa (206, 806, 1006, 1206), y
 - una pieza polar (214, 814, 1014, 1214) para la recepción de dicho miembro de armazón móvil; y,
 - una jaula (220, 302, 402, 502, 602, 820, 1020, 1220) de elementos rodantes dispuestos entre el elemento de armazón móvil y el componente de solenoide fijo;
- 10 un primer tope y un segundo tope dispuesto para limitar el movimiento de la jaula (220, 302, 402, 502, 602, 820, 1020, 1220) de elementos rodantes en la dirección axial, comprendiendo la pieza polar (214, 814, 1014, 1214) el primer tope que es un hombro integral en un orificio interior de la pieza polar (214, 814, 1014, 1214), y el segundo tope comprende un tope del armazón (224, 824, 1024, 1224) dispuesto de manera fija dentro de un orificio interior de la pieza polar (214, 814, 1014, 1214);
- 15 en el que la jaula (220, 302, 402, 502, 602, 820, 1020, 1220) de elementos rodantes está dispuesta por completo entre el primer tope y el segundo tope; y en el que la jaula (220, 302, 402, 502, 820, 1020, 1220) de elementos rodantes comprende una pieza superior (406) y una pieza inferior (408), y en el que los elementos rodantes están confinados entre la pieza superior (406) y la pieza inferior (408).
- 20 **2.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos rodantes comprenden una pluralidad de rodamientos radiales (222, 304, 404, 504, 604, 822, 842, 1022, 1044, 1222, 1228).
- 3.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la jaula (220, 302, 402, 502, 820, 1020, 1220) de elementos rodantes está confinada a moverse dentro de un espacio anular en la pieza polar (214, 814, 1014, 1214).
- 25 **4.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los elementos rodantes se trasladan en una superficie interior de la pieza polar (214, 814, 1014, 1214) y sobre una superficie exterior del miembro de armazón móvil.
- 5.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el miembro de armazón móvil comprende un pasador de empuje (218, 818, 1018, 1218) acoplado a un armazón (216, 816, 1016, 1216).
- 30 **6.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, que además incluye una bobina (228, 828, 1028) acoplada al miembro de armazón móvil.
- 7.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la pieza superior (406) y la pieza inferior (408) comprenden un anillo que tiene una parte interior y una parte exterior, y en el que los elementos rodantes se extienden más allá de la parte interior del anillo y la parte exterior del anillo.
- 35 **8.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una tapa de extremo del armazón (704, 804, 904, 1004, 1204) y una segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes entre la tapa de extremo del armazón (704, 804, 904, 1004, 1204) y el miembro de armazón móvil.
- 9.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los elementos rodantes de la segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes se trasladan en una superficie interior de la tapa de extremo del armazón (704, 804, 904, 1004, 1204) y en una superficie exterior del miembro de armazón móvil.
- 40 **10.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 6, que además comprende una segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes entre la carcasa (206, 806, 1006, 1206) y el miembro de armazón móvil.
- 11.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 10, en el que los elementos rodantes de la segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes se trasladan en una superficie interior de la carcasa (206, 806, 1006, 1206) y sobre una superficie exterior del miembro de armazón móvil.
- 45 **12.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes está confinada a moverse dentro de un espacio anular en la carcasa (206, 806, 1006, 1206).
- 13.** El actuador de solenoide de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la tapa de extremo del armazón (704, 804, 904, 1004, 1204) limita el movimiento de la segunda jaula (844, 1046, 1226) de elementos rodantes.

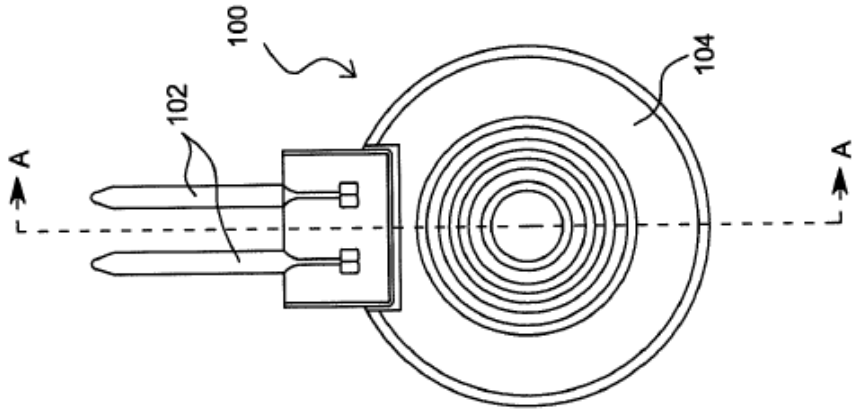


FIG. 1

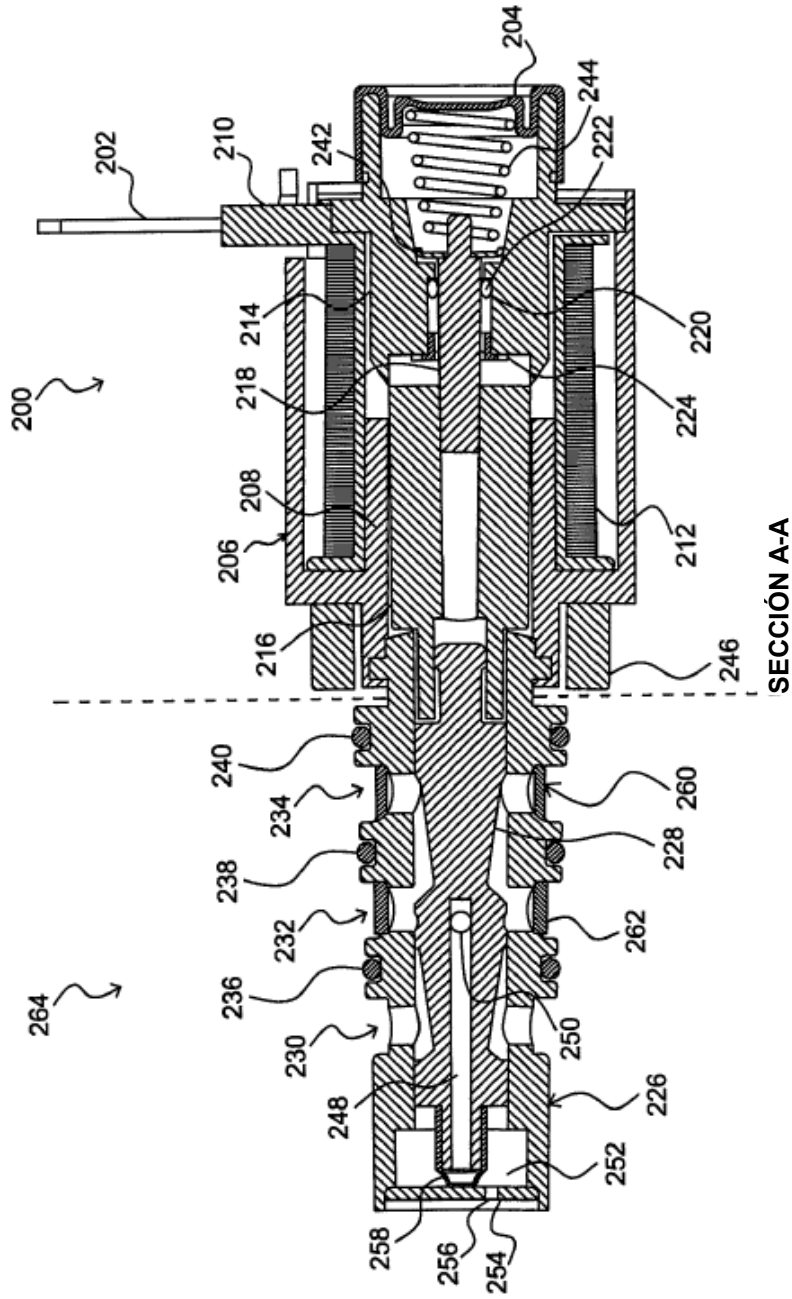


FIG. 2

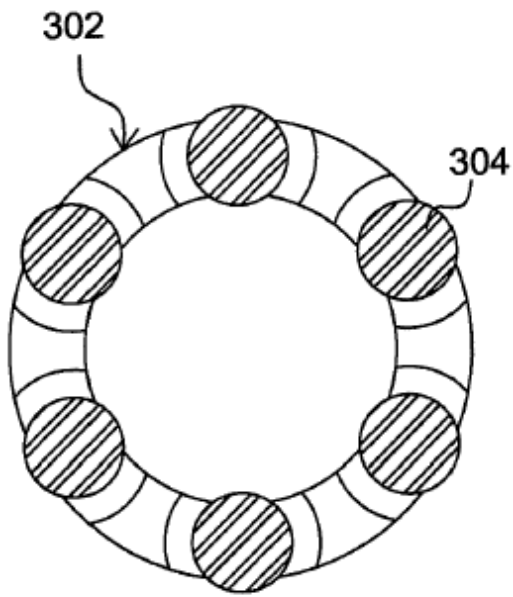


FIG. 3

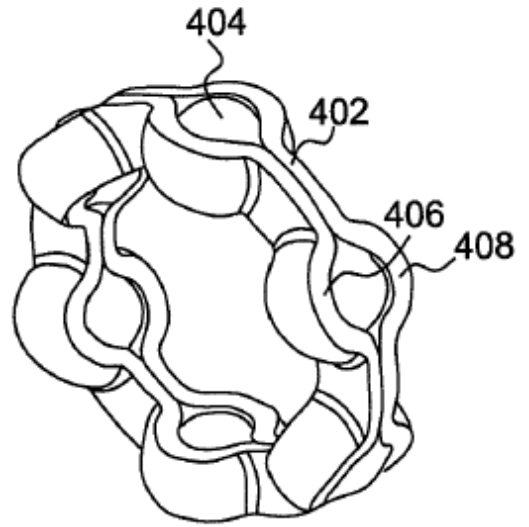


FIG. 4

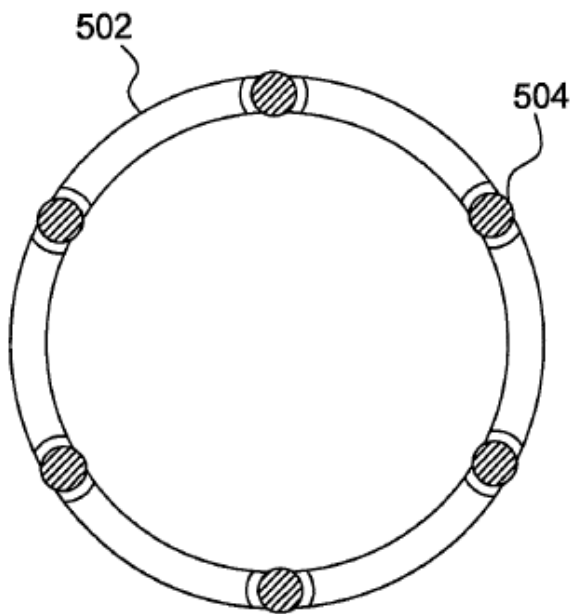


FIG. 5

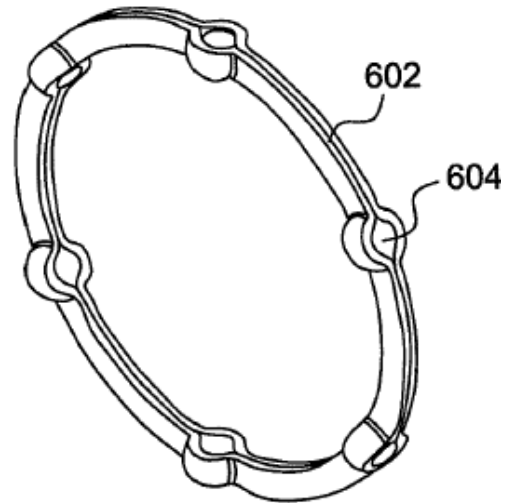


FIG. 6

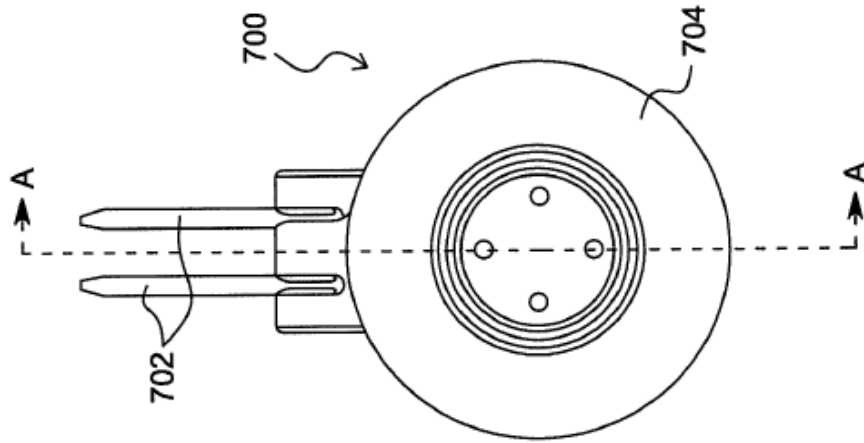


FIG. 7

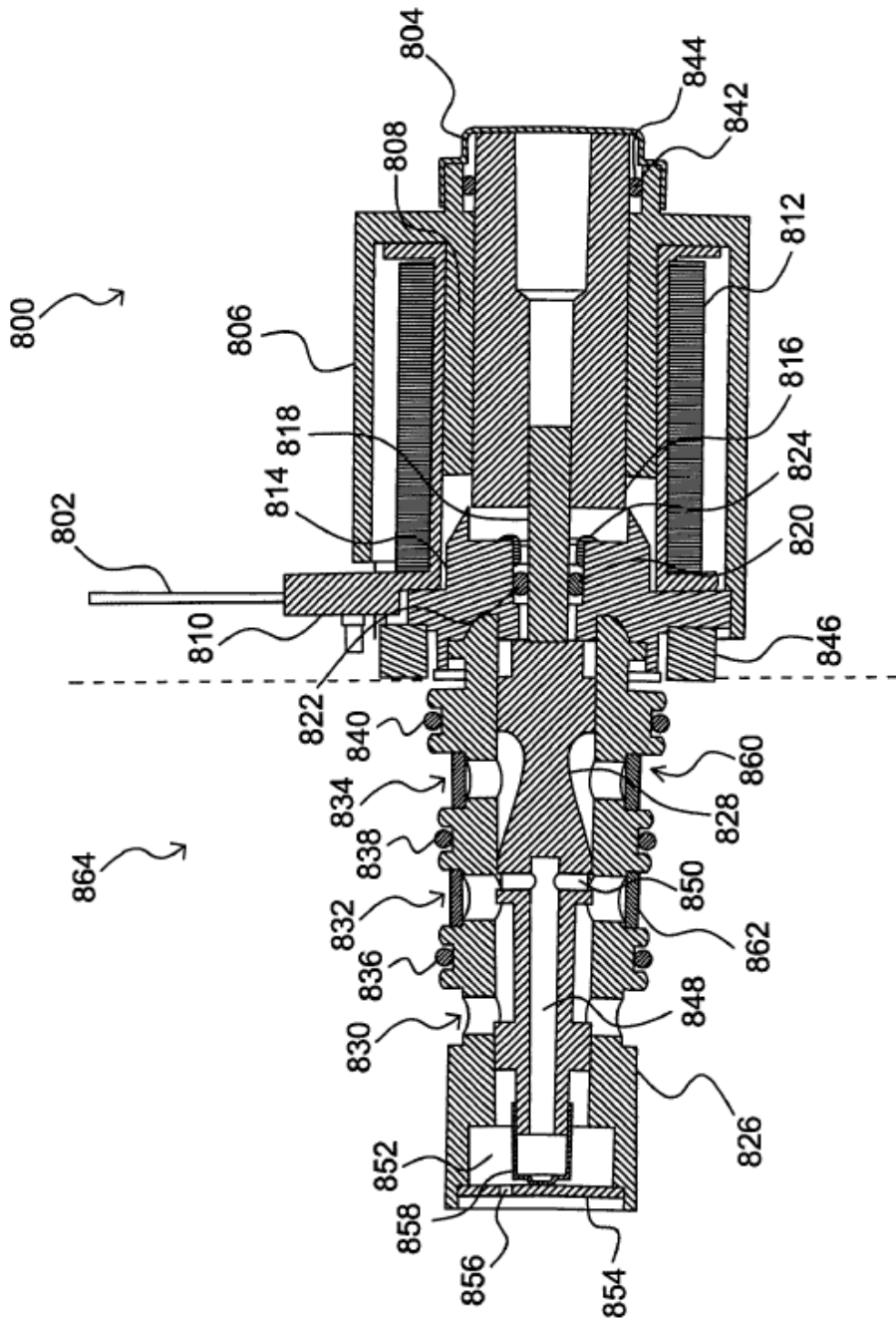


FIG. 8

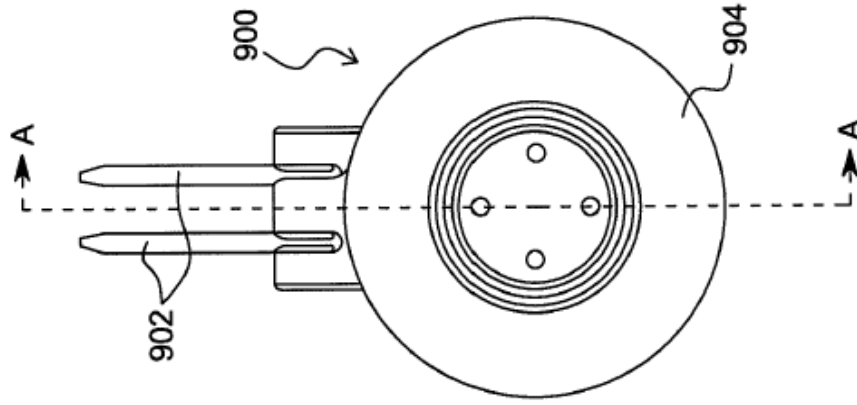


FIG. 9

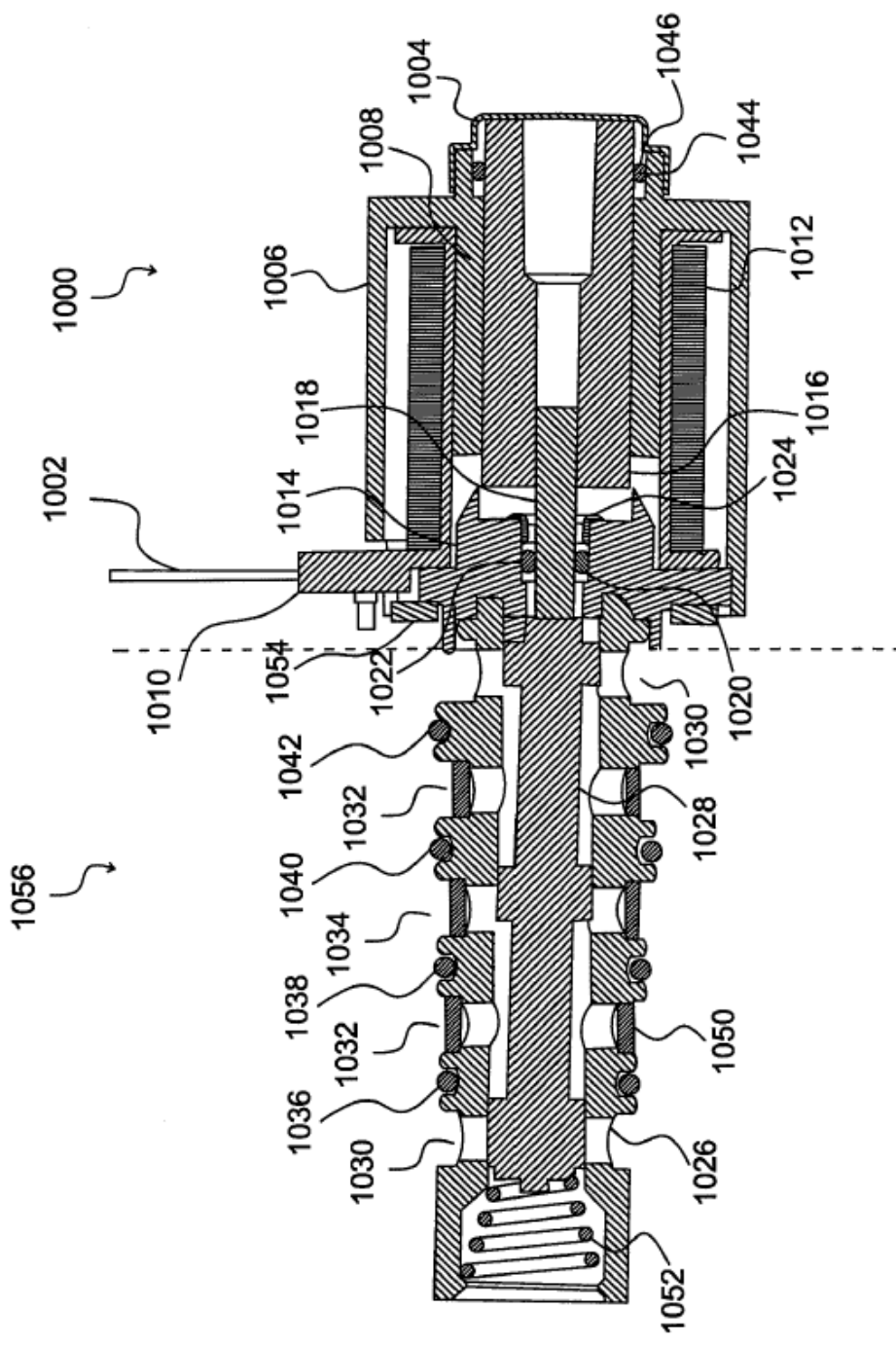


FIG. 10

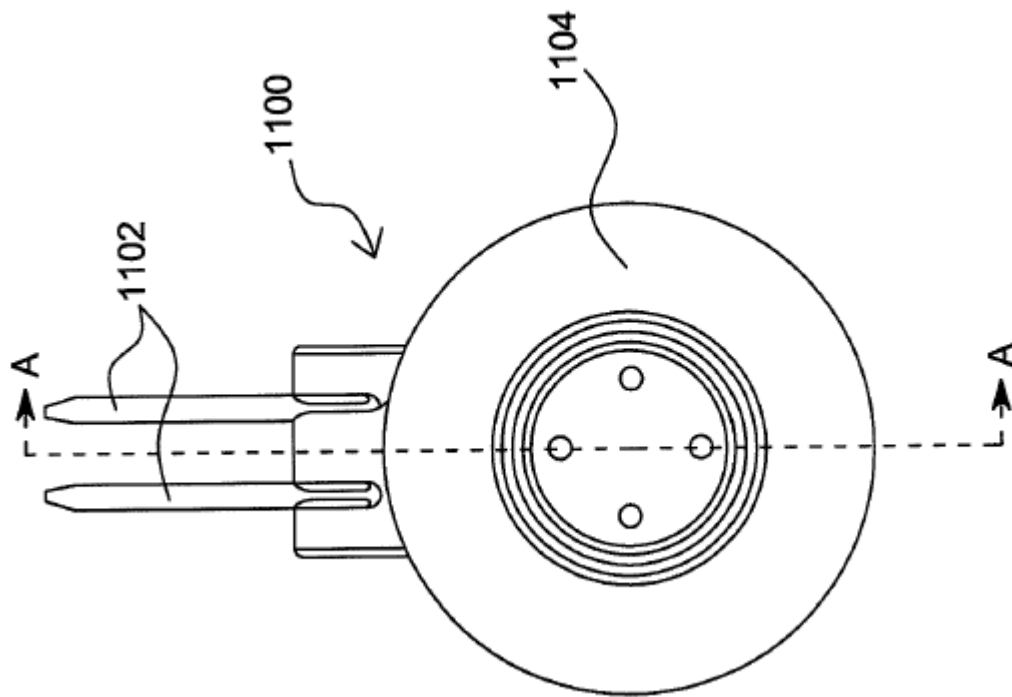


FIG. 11

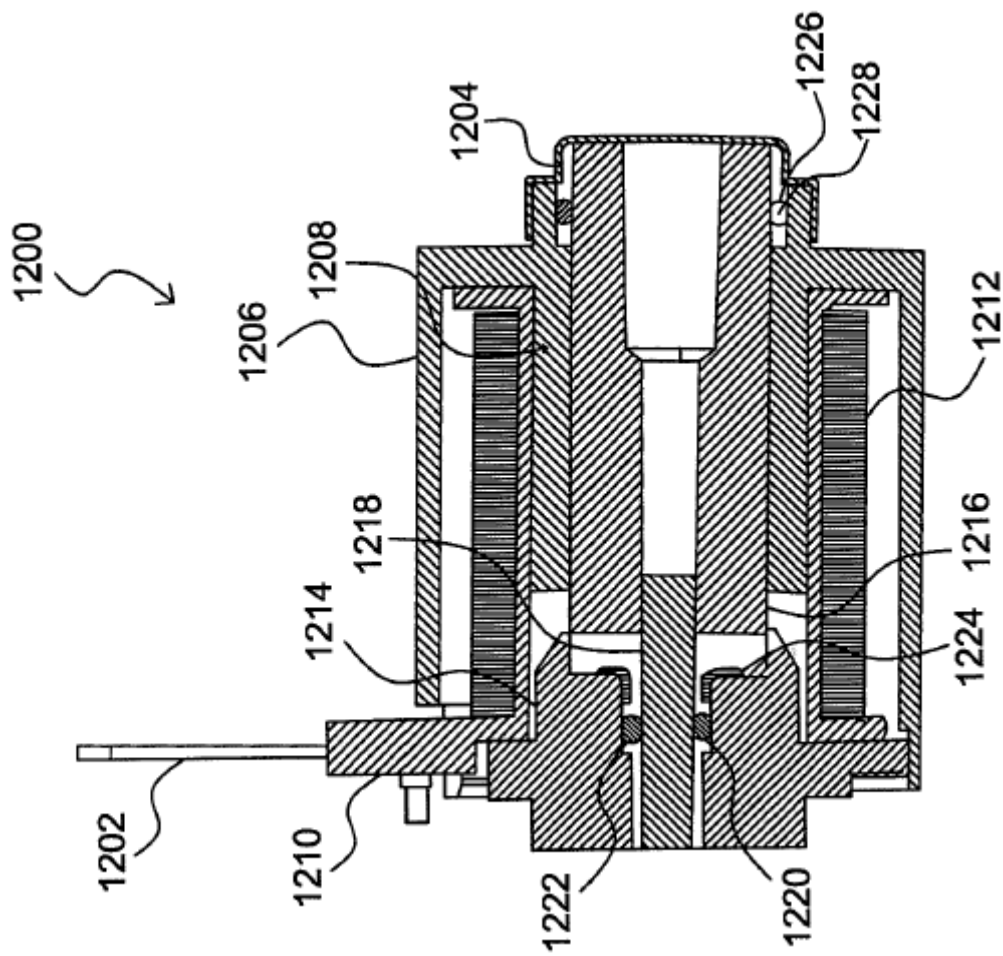


FIG. 12

FIG. 13

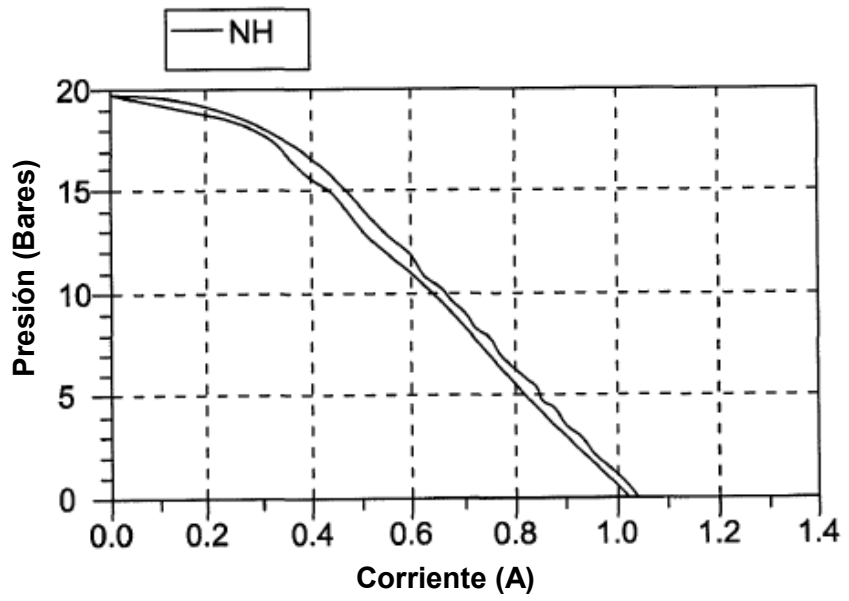


FIG. 14

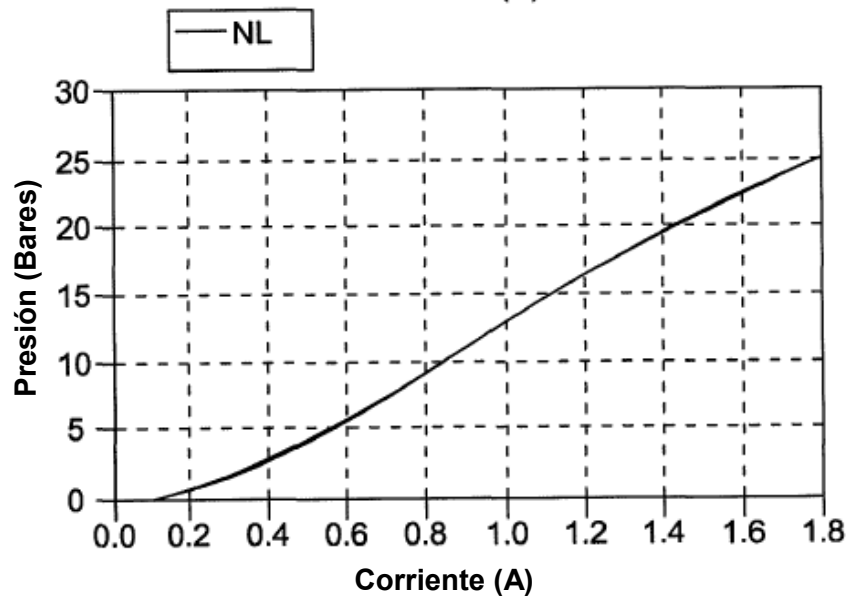


FIG. 15

