

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 478**

51 Int. Cl.:

**F15B 15/18** (2006.01)

**B61F 5/24** (2006.01)

**F15B 11/00** (2006.01)

**F15B 11/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2013 PCT/JP2013/072361**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14034510**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2013 E 13832084 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2868931**

54 Título: **Actuador**

30 Prioridad:

**03.09.2012 JP 2012192754**

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

**19.07.2017**

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:

**OGAWA, TAKAYUKI**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

ES 2 625 478 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

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un actuador de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

TÉCNICA ANTERIOR

10 Un actuador, tal como se describe en el preámbulo de la reivindicación 1, ya es conocido de DE 10 2010 011 912 A1. Es conocido que los actuadores, por ejemplo, se interponen entre una carrocería y un vehículo para suprimir la vibración en una dirección lateral respecto a la dirección de desplazamiento de la carrocería de un vehículo ferroviario.

15 Algunos de los actuadores anteriores están configurados para incluir, por ejemplo, un cilindro, un pistón insertado de manera deslizante en el cilindro, una barra insertada en el cilindro y acoplada al pistón, una cámara del lado de la barra y una cámara del lado del pistón divididas por el pistón en el cilindro, un depósito, una primera válvula de paso dispuesta en una posición intermedia de un primer conducto que permite la comunicación entre la cámara del lado de la barra y la cámara del lado de pistón, una segunda válvula de paso dispuesta en una posición intermedia de un segundo conducto que permite la comunicación entre la cámara del lado del pistón y el depósito, una bomba para suministrar líquido a la cámara del lado de la barra, un motor para accionar la bomba, un conducto de descarga que conecta la cámara del lado de la barra al depósito y una válvula de descarga variable dispuesta en una posición intermedia del conducto de descarga.

25 Por ejemplo, de acuerdo con un actuador descrito en EP 2 330 302 A1, una dirección de una fuerza de empuje que se aplica puede determinarse abriendo y cerrando adecuadamente una primera válvula de paso y una segunda válvula de paso.. Puede aplicarse una fuerza de empuje de una magnitud deseada en una dirección deseada regulando una presión de descarga de una válvula de descarga variable para controlar una presión en el cilindro mientras una bomba gira a una velocidad constante por medio de un motor para el suministro a un caudal constante en el cilindro.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

35 En el caso de la supresión de la vibración lateral de una carrocería de un vehículo ferroviario mediante el actuador anterior, la vibración de la carrocería del vehículo puede suprimirse si la aceleración lateral de la carrocería del vehículo es detectada por un sensor de aceleración y desde el actuador se aplica una fuerza de empuje comparable a la aceleración detectada. Sin embargo, dado que la aceleración constante actúa sobre la carrocería del vehículo, por ejemplo, cuando el vehículo ferroviario se está desplazando por una sección curva, la fuerza de empuje aplicada por el actuador puede llegar a ser extremadamente grande debido a ruido y desviación que recibe el sensor de aceleración.

45 Además, la carrocería del vehículo va soportada en el vehículo a través de un muelle neumático o similar. En particular, en un vehículo sin traviesa, si la carrocería del vehículo se balancea lateralmente respecto a la carrocería del vehículo, el muelle neumático genera una fuerza de reacción para devolver el cuerpo del vehículo a un centro.

50 De este modo, cuando el vehículo ferroviario se está desplazando en una sección curva y la carrocería del vehículo se balancea respecto al vehículo, si el actuador genera una gran fuerza de empuje en una dirección para devolver la carrocería del vehículo a una posición neutra debido a ruido y desviación, tal como se ha descrito anteriormente, el muelle neumático también genera una fuerza de reacción en la misma dirección. Por lo tanto, existe la posibilidad de que una fuerza para devolver la carrocería del vehículo a la posición neutra se vuelva excesiva, la carrocería del vehículo se desplace a un lado opuesto más allá de la posición neutra y se vuelva difícil converger la vibración de la carrocería del vehículo.

55 La presente invención se desarrolló en vista del problema anterior y tiene como objetivo un actuador capaz de suprimir de manera estable la vibración de un objeto de control de vibraciones.

60 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un actuador incluye un cilindro, un pistón insertado de manera deslizante en el cilindro, una barra insertada en el cilindro y acoplada al pistón, una cámara del lado de la barra y una cámara del lado del pistón divididas por el pistón en el cilindro, un depósito, una primera bomba capaz de suministrar líquido a la cámara del lado de la barra, una segunda bomba capaz de suministrar el líquido a la cámara del lado del pistón, un primer conducto de control que permite la comunicación entre la cámara del lado de la barra y el depósito, un segundo conducto de control que permite la comunicación entre la cámara del lado del pistón y el

depósito, una primera válvula de descarga variable dispuesta en una posición intermedia del primer conducto de control y capaz de variar la presión de apertura de la válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado de la barra hacia el depósito al abrirse cuando una presión en la cámara del lado de la barra alcanza la presión de apertura de la válvula, una segunda válvula de descarga variable dispuesta en una posición intermedia del segundo conducto de control y capaz de variar una presión de apertura de la válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado del pistón hacia el depósito al abrirse cuando una presión en la cámara del lado del pistón alcanza la presión de apertura de la válvula, y un conducto central que permite la comunicación entre el depósito y el interior del cilindro, en el que el conducto central está abierto en una posición situada en el centro del cilindro y queda orientado frente al centro de la carrera del pistón.

En las reivindicaciones dependientes se reivindican realizaciones preferidas de la invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama esquemático de un actuador de acuerdo con una realización de la presente invención. La figura 2 es un diagrama que muestra un estado en el que el actuador de acuerdo con la realización de la presente invención se encuentra interpuesto entre un objeto de control de vibraciones y una unidad de entrada de vibraciones. La figura 3 es una gráfica que muestra un estado en el que el actuador de acuerdo con la realización de la presente invención ejerce una fuerza de empuje y un estado en el que no ejerce ninguna fuerza de empuje.

La figura 4 es una gráfica que muestra un lugar de un desplazamiento relativo y una velocidad relativa del objeto de control de vibraciones y la unidad de entrada de vibraciones, al cual se aplica el actuador de acuerdo con la realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

En lo sucesivo, se describe una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

Tal como se muestra en la figura 1, el actuador 1 está configurado para incluir un cilindro 2, un pistón 3 insertado de manera deslizante en el cilindro 2, una barra 4 insertada en el cilindro 2 y acoplada al pistón 3, una cámara del lado de la barra 5 y una cámara del lado del pistón 6 divididas por el pistón 3 en el cilindro 2, un depósito 7, una primera bomba 8 capaz de suministrar líquido a la cámara del lado de la barra 5, una segunda bomba 9 capaz de suministrar el líquido a la cámara del lado del pistón 6, un primer conducto de control 10 que permite la comunicación entre la cámara del lado de la barra 5 y el depósito 7, un segundo conducto de control 11 que permite la comunicación entre la cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7, una primera válvula de descarga variable 12 dispuesta en una posición intermedia del primer conducto de control 10 y capaz de variar una presión de apertura de la válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado de la barra 5 hacia el depósito 7 al abrirse cuando una presión en la cámara del lado de la barra 5 alcanza la presión de apertura de la válvula, una segunda válvula de descarga variable 14 dispuesta en una posición intermedia del segundo conducto de control 11 y capaz de variar una presión de apertura de válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado del pistón 6 hacia el depósito 7 al abrirse cuando una presión en el cámara del lado del pistón 6 alcanza la presión de apertura de la válvula, y un conducto central 16 que permite la comunicación entre el depósito 7 y el interior del cilindro 2. El líquido, tal como aceite hidráulico, se introduce en la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6, y el gas se introduce en el depósito 7, además del líquido. Cabe señalar que no es necesario que el interior del depósito 7 esté presurizado mediante la compresión y la introducción del gas, pero puede estar presurizado.

Al hacer que una fuerza obtenida multiplicando la presión en la cámara del lado del pistón 6 por el área del pistón 3 orientada hacia la cámara del lado del pistón 6 (zona de recepción de la presión del lado del pistón) sea más grande que una fuerza resultante de una fuerza obtenida multiplicando la presión en la cámara del lado de la barra 5 por el área del pistón 3 orientada hacia la cámara del lado de la barra 5 (zona de recepción de la presión del lado de la barra) y una fuerza obtenida multiplicando una presión fuera del actuador 1 por el área en sección transversal de la barra 4 regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 mientras se acciona la primera y la segunda bomba 8, 9, puede hacerse que el actuador 1 ejerza una fuerza de empuje en una dirección de extensión correspondiente a una presión diferencial entre la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6. Por el contrario, al hacer que la fuerza resultante de la fuerza que se obtiene multiplicando la presión en la cámara del lado de la barra 5 por la zona de recepción de la presión del lado de la barra y la fuerza obtenida multiplicando la presión fuera del actuador 1 por el área de la sección transversal de la barra 4 sea mayor que la fuerza obtenida multiplicando la presión en la cámara del lado del pistón 6 por la zona de recepción de la presión del lado del pistón regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 mientras se acciona la primera y la segunda bomba 8, 9, puede hacerse que el actuador 1 ejerza una fuerza de empuje en una dirección de contracción correspondiente a la presión diferencial entre la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6.

A continuación, se describe cada componente en detalle. El cilindro 2 es tubular, una parte extrema queda cerrada con una tapa 17, y una guía de la barra anular 18 se encuentra unida a la otra parte extrema. Además, la barra 4 se inserta de manera deslizante a través de la guía de la barra 18. Una parte extrema de la barra 4 se proyecta hacia fuera desde el cilindro 2, y la otra parte extrema está acoplada al pistón 3 de manera similar insertada de manera deslizante en el cilindro 2.

Cabe señalar que un espacio entre la periferia exterior de la barra 4 y la guía de la barra 8 queda sellado por medio de un elemento de sellado no ilustrado, de modo que el interior del cilindro 2 queda sellado. El aceite hidráulico se introduce a medida que lo hace el líquido en la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6 divididas por el pistón 3 en el cilindro 2.

La parte extrema de la barra 4 que se proyecta hacia fuera desde el cilindro 2 y la tapa 17 para cerrar la parte extrema del cilindro 2 incluya unas partes de montaje no ilustradas, de modo que el actuador 1 puede interponerse entre unos objetos de control de vibraciones, tales como entre una carrocería y un vehículo de un vehículo ferroviario.

La cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6 pueden comunicarse a través de un conducto de descarga del lado de extensión 19 y un conducto de descarga del lado de compresión 20 dispuesto en el pistón 3. Se dispone una válvula de descarga del lado de extensión 21, que se abre para abrir el conducto de descarga del lado de extensión 19 cuando la presión en la cámara del lado de la barra 5 se hace mayor que la presión en la cámara del lado del pistón 6 en una cantidad predeterminada y permite que la presión en la cámara del lado de la barra 5 escape a la cámara del lado del pistón 6, en una posición intermedia de la extensión del lado del conducto de escape 19. Además, se dispone una válvula de descarga del lado de compresión 22, que se abre para abrir el conducto de descarga del lado de compresión 20 cuando la presión en la cámara del lado del pistón 6 se hace mayor que la presión en la cámara del lado de la barra 5 en una cantidad predeterminada y permite que la presión en la cámara del lado del pistón 6 escape a la cámara del lado de la barra 5, en una posición intermedia del conducto de descarga de lado de compresión 20. El hecho de disponer o no la válvula de descarga del lado de extensión 21 y la válvula de descarga del lado de compresión 22 es arbitrario, pero disponiéndolas es posible evitar que una presión en el cilindro 2 llegue a ser excesiva y se protege el actuador 1.

La primera válvula de descarga variable 12 y una primera válvula de retención 13 se disponen en paralelo en las posiciones intermedias del primer conducto de control 10 permitiendo la comunicación entre la cámara del lado de la barra 5 y el depósito 7. El primer conducto de control 10 incluye un conducto principal 10a y un conducto de derivación 10b bifurcado desde el conducto principal 10a y que se une de nuevo al conducto principal 10a. Cabe señalar que, aunque el primer conducto de control 10 está compuesto por el conducto principal 10a y el conducto de derivación 10b bifurcado desde el conducto principal 10a, el primer conducto de control 10 puede estar compuesto de dos conductos independientes entre sí.

La primera válvula de descarga variable 12 está configurada para incluir un cuerpo de válvula 12a dispuesto en una posición intermedia del conducto principal 10a del primer conducto de control 10, un muelle 12b para empujar el cuerpo de válvula 12a para bloquear el conducto principal 10a, y un solenoide proporcional 12c para generar una fuerza de empuje para contrarrestar una fuerza de empuje del muelle 12b en el momento de la activación, y la presión de apertura de la válvula puede ajustarse regulando la cantidad de corriente que pasa por el solenoide proporcional 12c.

La primera válvula de descarga variable 12 abre el primer conducto de control 10 moviendo el cuerpo de válvula 12a hacia atrás para permitir un movimiento del líquido desde la cámara del lado de la barra 5 hacia el depósito 7 cuando la presión en la cámara del lado de la barra 5 aumenta y una fuerza resultante de una fuerza de empuje que resulta de la presión para empujar el cuerpo de válvula 12a en una dirección para abrir el primer conducto de control 10 y una fuerza de empuje del solenoide proporcional 12c supera una fuerza de empuje del muelle 12b para empujar el cuerpo de válvula 12a en una dirección para bloquear el primer conducto de control 10. Por el contrario, la primera válvula de descarga variable 12 no se abre para bloquear un flujo de líquido desde el depósito 7 hacia la cámara del lado de la barra 5.

Cabe señalar que la primera válvula de descarga variable 12 puede aumentar una fuerza de empuje generada por el solenoide proporcional 12c si se aumenta la cantidad de corriente suministrada al solenoide proporcional 12c. En consecuencia, la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 se minimiza si se maximiza la cantidad de corriente suministrada al solenoide proporcional 12c y, por el contrario, la presión de apertura de la válvula se maximiza si no se suministra corriente al solenoide proporcional 12c.

La primera válvula de retención 13 se dispone en una posición intermedia del conducto de derivación 10b del primer conducto de control 10. La primera válvula de retención 13 permite sólo el flujo del líquido desde el depósito 7 hacia la cámara del lado de la barra 5, pero bloquea el flujo en un sentido contrario.

La segunda válvula de descarga variable 14 y una segunda válvula de retención 15 se disponen en paralelo en posiciones intermedias del segundo conducto de control 11 permitiendo la comunicación entre la cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7. El segundo conducto de control 11 incluye un conducto principal 11a y un conducto de derivación que se bifurca desde el conducto principal 11a y se une de nuevo al conducto principal 11a. Cabe señalar que, aunque el segundo conducto de control 11 se compone del conducto principal 11a y el conducto de derivación 11b que se bifurca desde el conducto principal 11a, el segundo conducto de control 11 puede estar compuesto de dos conductos independientes entre sí.

La segunda válvula de descarga variable 14 está configurada para incluir un cuerpo de válvula 14a dispuesto en una posición intermedia del conducto principal 11a del segundo conducto de control 11, un muelle 14b para empujar el cuerpo de válvula 14a para bloquear el conducto principal 11a, y un solenoide proporcional 14c para generar una fuerza de empuje para contrarrestar una fuerza de empuje del muelle 14b en el momento de la activación, y la presión de apertura de la válvula pueden ajustarse regulando la cantidad de corriente que pasa por el solenoide proporcional 14c.

La segunda válvula de descarga variable 14 abre el segundo conducto de control 11 moviendo el cuerpo de válvula 14a hacia atrás para permitir un movimiento del líquido desde la cámara del lado del pistón 6 hacia el depósito 7 cuando la presión en la cámara del lado del pistón 6 aumenta y una fuerza resultante de una fuerza de empuje que resulta de la presión para empujar el cuerpo de válvula 14a en una dirección para abrir el segundo conducto de control 11 y una fuerza de empuje del solenoide proporcional 14c supera una fuerza de empuje del muelle 14b para empujar el cuerpo de válvula 14a en una dirección para bloquear el segundo conducto de control 11. Por el contrario, la segunda válvula de descarga variable 14 no se abre para bloquear un flujo de líquido desde el depósito 7 hacia la cámara del lado del pistón 6.

Cabe señalar que la segunda válvula de descarga variable 14 puede aumentar una fuerza de empuje generada por el solenoide proporcional 14c si se aumenta la cantidad de corriente suministrada al solenoide proporcional 14c. En consecuencia, la presión de apertura de válvula de la segunda válvula de descarga variable 14 se minimiza si se maximiza la cantidad de corriente suministrada al solenoide proporcional 14c y, por el contrario, la presión de apertura de la válvula se maximiza si no se suministra corriente al solenoide proporcional 14C.

La segunda válvula de retención 15 se dispone en una posición intermedia del conducto de derivación 11b del segundo conducto de control 11. La segunda válvula de retención 15 permite solamente el flujo del líquido desde el depósito 7 hacia la cámara del lado del pistón 6, pero bloquea el flujo en sentido contrario.

La primera y la segunda bomba 8, 9 son bombas para aspirar el líquido desde el depósito 7 y descargar el líquido y, en la presente realización, son accionadas por medio de un motor 23. Un puerto de descarga de la primera bomba 8 se comunica con la cámara del lado de la barra 5 a través de un conducto de suministro 24. Cuando la primera bomba 8 es accionada por el motor 23, el líquido es aspirado desde el depósito 7 y se suministra a la cámara del lado de la barra 5. Un puerto de descarga de la segunda bomba 9 se comunica con la cámara del lado del pistón 6 a través de un conducto de suministro 25. Cuando la segunda bomba 9 es accionada por el motor 23, el líquido es aspirado desde el depósito 7 y se suministra a la cámara del lado del pistón 6.

Dado que la primera y la segunda bomba 8, 9 descargan el líquido solamente en un sentido y no varían un sentido de rotación tal como se ha descrito anteriormente, no hay problema de que varíe una cantidad de descarga cuando varía la rotación y pueden utilizarse bombas de engranajes de bajo coste o similares. Además, puesto que la primera y la segunda bomba 8, 9 giran constantemente en el mismo sentido, éstas pueden ser bombas en tándem. Por lo tanto, un motor 23 puede ser una fuente de accionamiento para accionar la primera y la segunda bomba 8, 9. Además, como el motor 23 sólo tiene que girar en un sentido, no es necesaria una alta capacidad de respuesta a la variación de rotación y, en consecuencia, puede utilizarse un motor de bajo coste.

Cabe señalar que, en posiciones intermedias de los conductos de suministro 24, 25, se disponen unas válvulas de retención 26, 27 para impedir flujos inversos del líquido desde la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6 a la primera y la segunda bomba 8, 9.

Además, se dispone un orificio 2a que permite la comunicación entre el interior y el exterior del cilindro 2 en una posición orientada hacia el pistón 3 del cilindro 2 cuando el pistón 3 se encuentra en la posición neutra respecto al cilindro 2, en este caso, en el centro del cilindro 2. El orificio pasante 2a se comunica con el depósito 7 a través del conducto central 16, de modo que el interior del cilindro 2 y el depósito 7 se comunican. La posición del cilindro 2 donde está formado el orificio pasante 2a coincide con un centro de la carrera del pistón 3. De este modo, el interior del cilindro se comunica con el depósito 7 a través del conducto central 16, excepto en el caso en que el orificio pasante 2a está cerrado al quedar orientado frente al pistón 3.

Además, se dispone una válvula de paso 28, que puede conmutarse entre un estado en el que el conducto central 16 está abierto y un estado en el que el conducto central 16 está bloqueado, en una posición intermedia del conducto central 16. La válvula de paso 28 es una válvula de paso electromagnética que incluye un cuerpo de válvula principal 29 el cual presenta una posición de comunicación 29a, en la que el conducto central 16 está abierto y una posición de bloqueo 29a en la que el conducto central 16 está bloqueado, un muelle 30 para empujar el cuerpo de válvula principal 29 para posicionarlo en la posición de bloqueo 29b, y un solenoide 31 para conmutar el cuerpo de válvula principal 29 a la posición de comunicación 29a contra una fuerza de empuje del muelle 30 en el momento de la activación. Cabe señalar que la válvula de paso 28 puede ser una válvula de paso, que se abra y se cierre manualmente, en lugar de la válvula de paso electromagnética.

A continuación, se describe el funcionamiento del actuador 1. En primer lugar, se describe un caso en el que la válvula de paso 28 bloquea el conducto central 16.

Cuando el conducto central 16 está bloqueado, no escapa presión del conducto central 16 hacia el depósito 7 con independencia de la posición del pistón 3 con relación al cilindro 2 provocada por la extensión y la contracción del actuador 1. En el actuador 1, el líquido se suministra a la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6, respectivamente, de la primera y la segunda bomba 8, 9, la presión en la cámara del lado de la barra 5 puede regularse por medio de la primera válvula de descarga variable 12 y la presión en la cámara del lado del pistón 6 puede regularse por medio de la segunda válvula de descarga variable 14. En consecuencia, la dirección y la magnitud de la fuerza de empuje del actuador 1 pueden controlarse regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 para regular una presión diferencial entre la presión en la cámara del lado de la barra 5 y la de la cámara del lado del pistón 6.

Por ejemplo, en el caso de hacer que el actuador 1 aplique una fuerza de empuje en la dirección de extensión, la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 se regula mientras el líquido se suministra a la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6, respectivamente, de la primera y la segunda bomba 8, 9.

Aquí, dado que el pistón 3 recibe la presión en la cámara del lado de la barra 5 con una superficie anular orientada hacia la cámara del lado de la barra 5, una fuerza resultante (fuerza del lado de la barra) de una fuerza que se obtiene multiplicando la presión en la cámara del lado de la barra 5 por la zona de recepción de la presión del lado de la barra, que es la zona de la superficie anular anterior, y una fuerza que se obtiene multiplicando la presión fuera del actuador 1 por la sección transversal de la barra 4, actúa en una dirección para contraer el actuador 1. Además, puesto que el pistón 3 recibe la presión en la cámara del lado del pistón 6 con una superficie que está orientada hacia la cámara del lado del pistón 6, una fuerza (fuerza del lado del pistón) que se obtiene multiplicando la presión en la cámara del lado del pistón 6 por la zona de recepción de presión del lado del pistón, que es la zona de la superficie anterior, actúa en una dirección para extender el actuador 1. Dado que la primera válvula de descarga variable 12 se abre para permitir que la presión en la cámara del lado de la barra 5 escape al depósito 7 cuando se alcanza la presión de apertura de la válvula, puede hacerse que la presión en la cámara del lado de la barra 5 sea igual a la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12. Dado que la segunda válvula de descarga variable 14 se abre para permitir que la presión en la cámara del lado del pistón 6 escape hacia el depósito 7 cuando se alcanza la presión de apertura de la válvula, puede hacerse que la presión en la cámara del lado del pistón 6 sea igual a la presión de apertura de la segunda válvula de descarga variable 14. Por lo tanto, puede hacerse que el actuador 1 ejerza una fuerza de empuje deseada en la dirección de extensión regulando la presión en la cámara del lado de la barra 5 y la de la cámara del lado del pistón 6 de manera que la fuerza del lado del pistón supere la fuerza lado de la barra y una fuerza obtenida restando la fuerza del lado de la barra de la fuerza del lado del pistón tenga una magnitud deseada.

Por el contrario, en caso de hacer que el actuador 1 ejerza una fuerza de empuje deseada en la dirección de contracción, la presión en la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6 puede ser tal que la fuerza del lado de la barra supere la fuerza del lado del pistón y una fuerza obtenida restando la fuerza del lado del pistón de la fuerza del lado de la barra tenga una magnitud deseada regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 mientras se acciona la primera y la segunda bomba 8, 9.

Para controlar la fuerza de empuje del actuador 1, tal como se ha descrito anteriormente, es suficiente aprovechar relaciones de la primera y la segunda válvula de descarga variable 12, 14 con la cantidad de corriente a cada solenoide proporcional 12c, 14c y la presión de apertura de la válvula y puede ejecutarse abierto control de bucle abierto. Además, las magnitudes de activación a los solenoides proporcionales 12c, 14c pueden detectarse y puede ejecutarse un control de retroalimentación utilizando un bucle de corriente. Además, también es posible ejecutar un control de retroalimentación mediante la detección de la presión en la cámara del lado de la barra 5 y la de la cámara del lado del pistón 6. Cabe señalar que, si la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 se minimiza en el caso de extenderse el actuador 1 y la presión de apertura de la segunda válvula de descarga

variable 14 se minimiza en el caso de contraerse el actuador 1, puede establecerse una de la primera y la segunda bomba 8, 9 en un estado de descarga y puede minimizarse el consumo de energía del motor 23.

Además, también cuando se desea obtener una fuerza de empuje antagonista deseada en la dirección de extensión en un estado donde el actuador 1 recibe una fuerza externa y se contrae, la fuerza de empuje deseada puede obtenerse regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 de la misma manera que se obtiene una fuerza de empuje en la dirección de extensión en un estado en el que el actuador 1 se extiende. Lo mismo es válido también cuando se desea obtener una fuerza de empuje antagonista deseada en la dirección de contracción en un estado en el que el actuador 1 recibe una fuerza externa y se extiende.

Cabe señalar que, dado que el actuador 1 no ejerce una fuerza de empuje no menor que una fuerza externa cuando se extiende o se contrae al recibir la fuerza externa tal como se ha descrito, es suficiente hacer que el actuador 1 funcione como un amortiguador. Puesto que el actuador 1 incluye la primera y la segunda válvula de retención 13, 15, una de la cámara del lado de la barra 5 y la cámara del lado del pistón 6 que aumenta cuando el actuador 1 se extiende o se contrae por una fuerza externa puede recibir el suministro de líquido desde el depósito 7. Por lo tanto, puede obtenerse una fuerza de empuje deseada también cortando el suministro de líquido de la primera y la segunda bomba 8, 9 y controlando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14.

Además, puesto que el actuador 1 incluye las válvulas de retención 26, 27 dispuestas en las posiciones intermedias de los conductos de suministro 24, 25, se impiden flujos inversos del líquido desde el cilindro 2 hacia la primera y la segunda bomba 8, 9. Por lo tanto, incluso si una fuerza de empuje se vuelve insuficiente con un par del motor 23 cuando el actuador 1 se extiende o se contrae por una fuerza externa, puede obtenerse una fuerza de empuje no menor que la fuerza de empuje producida por el par del motor 23 regulando la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la de la segunda válvula de descarga variable 14 y haciendo que el actuador 1 funcione como un amortiguador.

A continuación, se describe un caso en el que la válvula de paso 28 establece el conducto central 16 en un estado de comunicación.

Cuando se acciona la primera y la segunda bomba 8, 9 y el pistón 3 se encuentra más cerca de la guía de la barra 18 que el orificio pasante 2a que comunica con el conducto central 16, la presión en la cámara del lado de la barra 5 se ajusta a la presión de apertura de la primera válvula de descarga variable 12 y la presión en la cámara del lado del pistón 6 se mantiene a una presión del depósito ya que la cámara del lado del pistón 6 se comunica con el depósito 7 a través del conducto central 16, además de con la segunda válvula de descarga variable 14.

En este caso, el actuador 1 puede ejercer una fuerza de empuje en una dirección para empujar el pistón 3 hacia la tapa 17, es decir, una fuerza de empuje en la dirección de contracción con la presión en la cámara del lado de la barra 5. Sin embargo, puesto que la presión en la cámara del lado del pistón 6 es la presión del depósito, el pistón 3 no puede ser empujado hacia la guía de la barra 18 y no puede ejercerse una fuerza de empuje en la dirección de extensión.

Este estado se mantiene hasta que el pistón 3 queda dispuesto frente al orificio pasante 2a para cerrar el conducto central 16. De acuerdo con ello, el actuador 1 no ejerce ninguna fuerza de empuje en la dirección de extensión hasta que hace contacto ligeramente en una dirección para comprimir la cámara del lado del pistón 6 y cerrar el conducto central 16 desde un estado en el que el pistón 3 se encuentra más cerca de la guía de la barra 18 que el orificio pasante 2a.

Cuando se acciona la primera y la segunda bomba 8, 9 y el pistón 3 se encuentra más cerca de la tapa 17 que el orificio pasante 2a que comunica con el conducto central 16, la presión en la cámara del lado del pistón 6 se ajusta a la presión de apertura de la segunda válvula de descarga variable 14 y la presión en la cámara del lado de la barra 5 se mantiene a la presión del depósito ya que la cámara del lado de la barra 5 se comunica con el depósito 7 a través del conducto central 16, además de con la primera válvula de descarga variable 12.

En este caso, el actuador 1 puede ejercer una fuerza de empuje en una dirección para empujar el pistón 3 hacia la guía de la barra 18, es decir, una fuerza de empuje en la dirección de extensión con la presión en la cámara del lado del pistón 6. Sin embargo, puesto que la presión en la cámara del lado de la barra 5 es la presión del depósito, el pistón 3 no puede ser empujado hacia la tapa 17 y no puede ejercerse una fuerza de empuje en la dirección de contracción.

Este estado se mantiene hasta que el pistón 3 queda frente al orificio pasante 2a para cerrar el conducto central 16. De acuerdo con ello, el actuador 1 no ejerce ninguna fuerza de empuje en la dirección de contracción hasta que

hace contacto ligeramente en una dirección para comprimir la cámara del lado de la barra 5 y cierra el conducto central 16 desde un estado en el que el pistón 3 se encuentra más cerca de la tapa 17 que el orificio pasante 2a.

5 Cabe señalar que si el pistón 3 se encuentra más cerca de la guía de la barra 18 que el orificio pasante 2a que  
 10 comunica con el conducto central 16 en un estado en el que la válvula de paso 28 establece el conducto central 16  
 en el estado de comunicación, la primera y la segunda bomba 8, 9 no son accionadas y se hace que el actuador 1  
 funcione como amortiguador, la presión en la cámara del lado de la barra 5 puede ajustarse a la presión de apertura  
 de la primera válvula de descarga variable 12 cuando el actuador 1 se extiende. En este momento, puesto que la  
 cámara del lado del pistón 6 se mantiene a la presión del depósito a través del conducto central 16, el actuador 1  
 puede ejercer una fuerza de empuje en la dirección de contracción para resistir la extensión del actuador 1. Por el  
 contrario, cuando el actuador 1 hace contacto, la primera válvula de retención 13 se abre y la presión en la cámara  
 del lado de la barra 5 también se establece a la presión del depósito, por lo que el actuador 1 no puede ejercer una  
 fuerza de empuje en la dirección de extensión.

15 Este estado se mantiene hasta que el pistón 3 queda frente al orificio pasante 2a para cerrar el conducto central 16.  
 De acuerdo con ello, el actuador 1 no ejerce ninguna fuerza de empuje en la dirección de extensión hasta que hace  
 contacto ligeramente en la dirección para comprimir la cámara del lado del pistón 6 y cierra el conducto central 16  
 desde el estado en el que el pistón 3 se encuentra más cerca de la guía de la barra 18 del orificio pasante 2a.

20 Además, cuando el pistón 3 se encuentra más cerca de la tapa 17 que el orificio pasante 2a que comunica con el  
 conducto central 16, la presión en la cámara del lado del pistón 6 puede regularse a la presión de apertura de la  
 segunda válvula de descarga variable 14 cuando el actuador 1 se contrae. En este momento, puesto que la cámara  
 del lado de la barra 5 se mantiene a la presión del depósito a través del conducto central 16, el actuador 1 puede  
 25 ejercer una fuerza de empuje en la dirección de extensión para resistir la contracción del actuador 1. Por el contrario,  
 cuando el actuador 1 se extiende, la segunda válvula de retención 15 se abre y la presión en la cámara del lado del  
 pistón 6 también se establece a la presión del depósito, por lo que el actuador 1 no puede ejercer una fuerza de  
 empuje en la dirección de contracción.

30 Este estado se mantiene hasta que el pistón 3 queda frente al orificio pasante 2a para cerrar el conducto central 16.  
 De acuerdo con ello, el actuador 1 no ejerce ninguna fuerza de empuje en la dirección de contracción hasta que  
 hace contacto ligeramente en la dirección para comprimir la cámara del lado de la barra 5 y cierra el conducto central  
 16 desde el estado en el que el pistón 3 se encuentra más cerca de la tapa 17 que el orificio pasante 2a.

35 Es decir, cuando la válvula de paso 28 establece el conducto central 16 en el estado de comunicación y el actuador  
 1 funciona como actuador, puede ejercerse una fuerza de empuje sólo en una dirección para devolver el pistón 3 al  
 centro del cilindro 2. Cuando el actuador 1 funciona como amortiguador, se ejerce una fuerza de empuje antagonista  
 sólo cuando el pistón 3 hace contacto en una dirección alejándose del centro del cilindro 2. Es decir, el actuador 1  
 ejerce una fuerza de empuje sólo en la dirección para devolver el pistón 3 a la posición neutra, independientemente  
 40 de si el actuador 1 funciona como actuador o como amortiguador y con independencia de que el pistón 3 se  
 encuentre en un lado más cerca de la guía de la barra 18 o en un lado más cerca de la tapa 17 que la posición  
 neutra.

45 Aquí, se considera un modelo en el que el actuador 1 se encuentra interpuesto entre un objeto de control de  
 vibraciones O y una unidad de entrada de vibraciones I, tal como se muestra en la figura 2. Si  $X_1$  denota un  
 desplazamiento lateral del objeto de control de vibraciones O,  $X_2$  representa un desplazamiento lateral de la unidad  
 de entrada de vibraciones I y  $d(X_1-X_2)/dt$  indica una velocidad relativa del objeto de control de vibraciones O y la  
 unidad de entrada de vibraciones I en la figura 2, un desplazamiento hacia la derecha en la figura 2 es positivo, un  
 eje vertical representa el desplazamiento  $X_1$  y un eje horizontal representa la velocidad relativa  $d(X_1-X_2)/dt$ , el  
 50 actuador 1 ejerce una fuerza de amortiguación en estados en el primero y el tercer cuadrante mostrados por líneas  
 oblicuas en la figura 3.

Un caso en el que el actuador 1 ejerce una fuerza de empuje es equivalente a un aumento de la rigidez aparente del  
 actuador 1 y un caso en el que el actuador 1 no ejerce ninguna fuerza de empuje es equivalente a una reducción de  
 la rigidez aparente. En consecuencia, si el objeto de control de vibraciones O se desplaza respecto a la unidad de  
 55 entrada de vibraciones I con un desplazamiento relativo de la unidad de entrada de vibraciones I y el objeto de  
 control de vibraciones O establecido en X y una velocidad relativa establecida en  $dX/dt$ , un lugar converge hacia un  
 origen en un plano de fase del desplazamiento relativo X y la velocidad relativa  $dX/dt$  tal como se muestra en la  
 figura 4. En particular, se logra una estabilidad asintótica y no se observa ninguna divergencia.

60 Tal como se ha descrito anteriormente, puesto que el actuador 1 está provisto del conducto central 16 en la presente  
 realización, el actuador 1 no ejerce una fuerza de empuje para asistir en la separación del pistón 3 desde la posición  
 neutra y la vibración converge de manera más fácil. En consecuencia, la vibración del objeto de control de  
 vibraciones O puede suprimirse de manera estable. Por ejemplo, si el actuador 1 se utiliza entre una carrocería y un



vehículo ferroviario, no se ejerce tal fuerza de empuje para ayudar a la separación del pistón 3 desde la posición neutra después de que el pistón 3 pase a través de la posición neutra incluso si sobre la carrocería del vehículo actúa una aceleración constante y una fuerza de empuje aplicada por el actuador se vuelve extremadamente grande debido al ruido y la desviación que recibe un sensor de aceleración cuando el vehículo ferroviario se está desplazando por una sección curva. Es decir, dado que la carrocería del vehículo no vibra tras pasar a través de la posición neutra, la vibración converge más fácilmente y se mejora el confort de marcha del vehículo ferroviario.

En la presente realización, no es necesario controlar la primera y la segunda válvula de descarga variable 12, 14, conjuntamente con la carrera del actuador 1 en la realización del movimiento anterior. En consecuencia, no es necesario un sensor de carrera y la vibración puede suprimirse sin depender de una salida de un sensor que incluya un error. Por lo tanto, puede realizarse una supresión de vibraciones con gran robustez.

Además, puesto que la válvula de paso 28 se dispone en el conducto central 16 del actuador 1 en la presente realización, puede variarse un estado en el que el conducto central 16 está abierto y un estado en el que está bloqueado. En consecuencia, si el conducto central 16 está bloqueado, el actuador 1 puede funcionar como actuador general que ejerce una fuerza de empuje en ambas direcciones durante toda la carrera y se mejora la versatilidad. Además, al abrir el conducto central 16 cuando es necesario, puede realizarse una supresión de vibraciones estable. Por ejemplo, en el caso de vibraciones de baja frecuencia tales como cuando se envía una vibración con baja frecuencia y una altura de onda máxima, la vibración puede suprimirse abriendo el conducto central 16. No es necesario variar un modo de control para la supresión de vibraciones a medida que el conducto central 16 se abre y se cierra. Es decir, no es necesario variar un modo de control como a medida que se abre y se cierra el conducto central 16 mientras se suprime la vibración del objeto de control de vibraciones O en un determinado modo de control tal como un control "Skyhook" o un control "H-infinity", por lo que tampoco es necesario ejecutar un control engorroso.

Además, puesto que la válvula de paso 28 se establece en la posición de comunicación 29a en el momento de no activación, puede realizarse una supresión de vibraciones estable abriendo el conducto central 16 en caso de fallo. Cabe señalar que la válvula de paso 28 puede ajustarse en la posición de bloqueo 29b cuando la fuente de alimentación está desactivada. Además, también es posible proporcionar resistencia al flujo del líquido que pasa cuando la válvula de paso 28 se ajusta en la posición de comunicación 29a.

Además, puesto que una abertura del conducto central 16 se encuentra en una posición situada en el centro del cilindro 2 y frente al centro de la carrera del pistón 3 en el actuador 1, no existen irregularidades en ambas direcciones en rangos de carrera donde no se ejerce una fuerza de amortiguación cuando el pistón 3 vuelve al centro de la carrera y puede utilizarse con eficacia toda la longitud de la carrera del actuador 1.

Se han descrito anteriormente realizaciones de esta invención, pero las realizaciones anteriores son meramente ejemplos de aplicaciones de esta invención, y el alcance técnico de la presente invención no se limita a las constituciones específicas de las realizaciones anteriores. El alcance de la invención viene definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

Aunque el objeto de control de vibraciones O y la unidad de entrada de vibraciones I se han descrito que son la carrocería y el vehículo del vehículo ferroviario en la realización anterior, el actuador 1 puede utilizarse en aplicaciones para suprimir aproximadamente una vibración tal como entre un edificio y el suelo sin limitarse al uso en vehículos ferroviarios.

**REIVINDICACIONES**

1. Actuador (1), que comprende:  
un cilindro (2);
- 5 un pistón (3) insertado de manera deslizante en el cilindro (2);  
una barra (4) insertada en el cilindro (2) y acoplada al pistón (3);  
una cámara del lado de la barra (5) y una cámara del lado del pistón (6) divididas por el pistón (3) en el cilindro (2);  
un depósito (7);
- 10 una primera bomba (8) capaz de suministrar líquido a la cámara del lado de la barra (5);  
una segunda bomba (9) capaz de suministrar el líquido a la cámara del lado del pistón (6);  
un primer conducto de control (10) que permite la comunicación entre la cámara del lado de la barra (5) y el depósito (7);  
un segundo conducto de control (11) que permite la comunicación entre la cámara del lado del pistón (6) y el depósito (7);
- 15 una primera válvula de descarga variable (12) dispuesta una posición intermedia del primer conducto de control (10) y capaz de variar una presión de apertura de la válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado de la barra (5) hacia el depósito (7) al abrirse cuando una presión en la cámara del lado de la barra (5) alcanza la presión de apertura de la válvula;
- 20 una segunda válvula de descarga variable (14) dispuesta en una posición intermedia del segundo conducto de control (11) y capaz de variar una presión de apertura de la válvula para permitir un flujo del líquido desde la cámara del lado del pistón (6) al depósito (7) al abrirse cuando una presión en la cámara del lado del pistón (6) alcanza la presión de apertura de la válvula; y  
un conducto central (16) que permite la comunicación entre el depósito (7) y el interior del cilindro (2),  
caracterizado por el hecho de que
- 25 conducto central (16) está abierto en una posición situada entre el centro del cilindro (2) y orientado frente un centro de la carrera del pistón (3).
2. Actuador de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo, además:  
una primera válvula de retención (13) dispuesta en una posición intermedia del primer conducto de control (10) en paralelo con la primera válvula de descarga variable (12) y configurada para permitir sólo el paso del líquido que fluye desde el depósito (7) hacia la cámara del lado de la barra (5); y  
una segunda válvula de retención (15) dispuesta en una posición intermedia del segunda conducto de control (11) en paralelo con la segunda válvula de descarga variable (14) y configurada para permitir sólo el paso del líquido que fluye desde el depósito (7) hacia la cámara del lado del pistón (6).
- 35 3. Actuador (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:  
se dispone una válvula de paso (28) para abrir y cerrar el conducto central (16) en una posición intermedia del conducto central (16).
- 40 4. Actuador (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:  
la primera y la segunda bomba (8, 9) son bombas en tándem las cuales son accionadas ambas por un único motor (23).

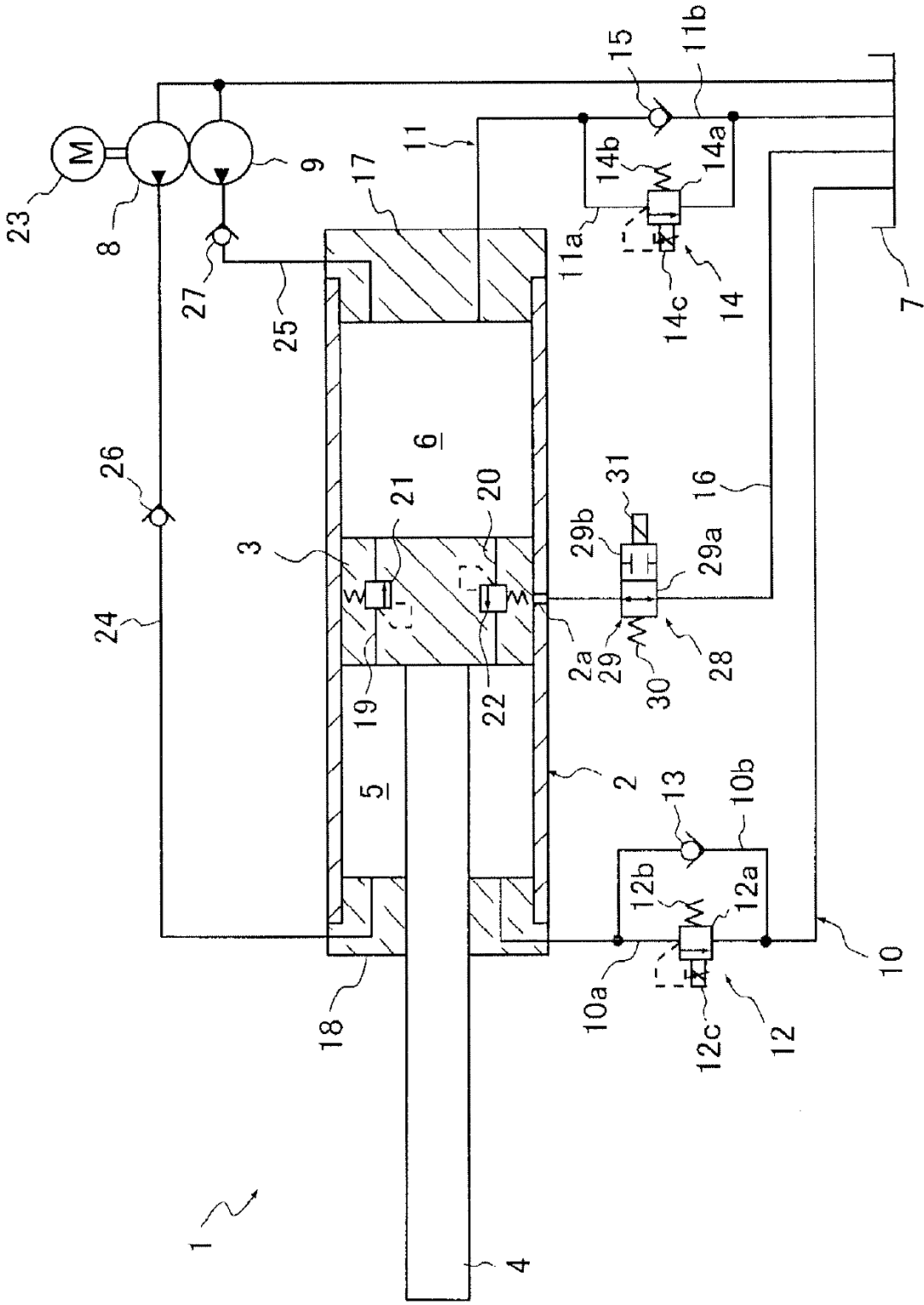


FIG.1

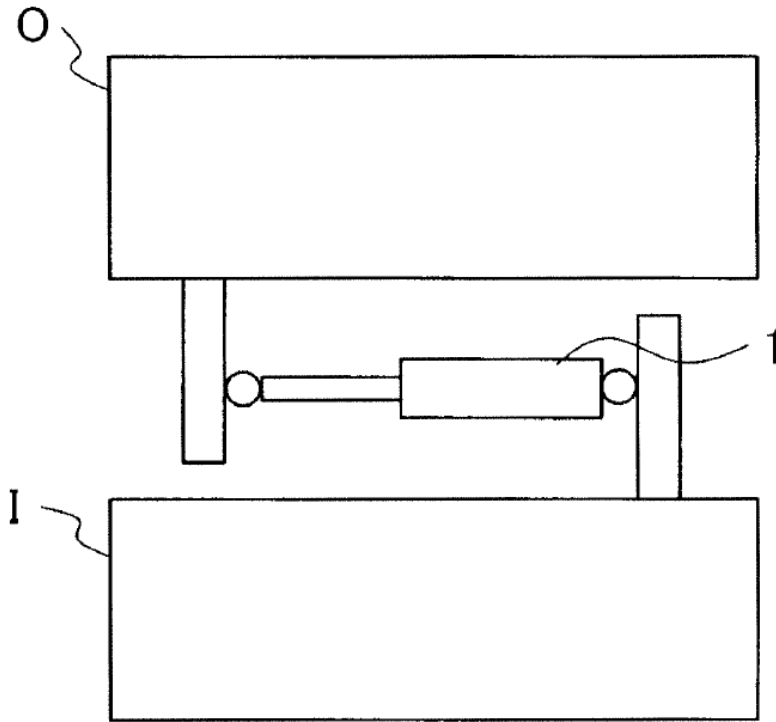


FIG.2

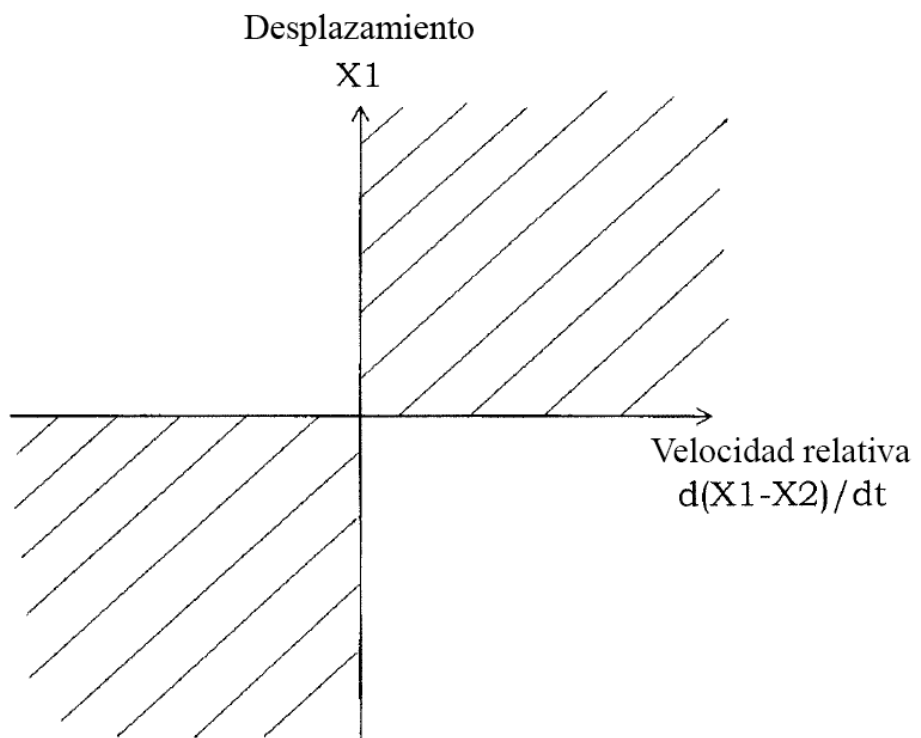


FIG.3

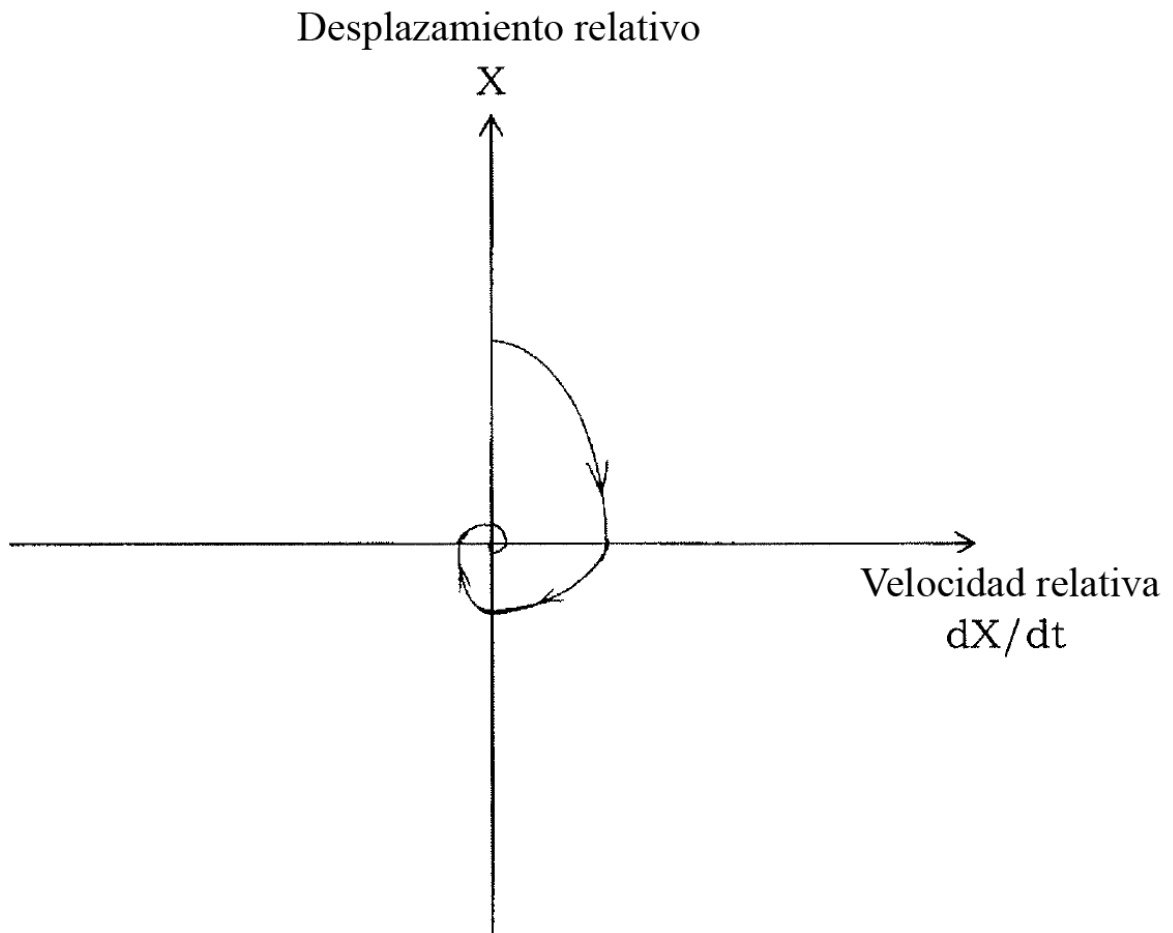


FIG.4