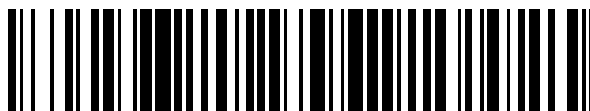


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 848**

51 Int. Cl.:

F15B 15/18 (2006.01)

B61F 5/24 (2006.01)

F15B 11/00 (2006.01)

F15B 11/028 (2006.01)

F16F 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014 PCT/JP2014/051958**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14132732**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014 E 14757713 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2963303**

54 Título: **Unidad de accionamiento**

30 Prioridad:

26.02.2013 JP 2013035238

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

30.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OGAWA, TAKAYUKI

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 651 848 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

Unidad de accionamiento

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una unidad de accionamiento.

TÉCNICA ANTERIOR

10

Una unidad de accionamiento se utiliza en un vehículo ferroviario, por ejemplo, quedando interpuesta entre una carrocería de un vehículo y un camión con el fin de suprimir la vibración en una dirección de izquierda a derecha respecto a una dirección de avance de la carrocería del vehículo.

15

JP2010-65797A describe una unidad de accionamiento que incluye: un cilindro; un pistón insertado de manera deslizante en el cilindro; un vástago insertado en el cilindro y acoplado al pistón; una cámara del lado del vástago y una cámara del lado del pistón definidas por el pistón dentro del cilindro; un depósito; una primera válvula de apertura/cierre dispuesta en la mitad de un primer conducto que comunica la cámara del lado del vástago con la cámara del lado del pistón; una segunda válvula de apertura/cierre dispuesta en la mitad de un segundo conducto que comunica la cámara del lado del pistón con el depósito; una bomba que suministra un fluido de trabajo a la cámara del lado del vástago; un motor que acciona la bomba; un conducto de descarga que comunica la cámara del lado del vástago con el depósito; y una válvula de descarga variable dispuesta en la mitad del conducto de descarga.

25

De acuerdo con esta unidad de accionamiento, se determina una dirección de un empuje de salida abriendo y cerrando apropiadamente la primera válvula de apertura/cierre y la segunda válvula de apertura/cierre, tras lo cual el motor hace girar la bomba a una velocidad fija tal que el fluido es suministrado al cilindro a un caudal fijo. Mientras tanto, se controla una presión interna del cilindro regulando una presión de descarga de la válvula de descarga variable y, al hacerlo, puede realizarse un empuje de una magnitud deseada en una dirección deseada.

30

De los documentos WO 2012/165471 A1, JP 2002054675 A, JP 2011 088623 A y WO 2013/015358 A1 es conocida otra técnica anterior.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

35

En este tipo de unidad de accionamiento, se requiere que la válvula de descarga variable controle la magnitud del empuje. Sin embargo, la válvula de descarga variable estructuralmente resulta extremadamente complicada y, por lo tanto, grande. Por lo tanto, se requiere un accionador (un dispositivo de accionamiento) para accionar la válvula de descarga variable. Por consiguiente, el actuador aumenta de tamaño, haciendo más difícil la instalación del actuador en un vehículo ferroviario o similar y, además, el coste global del actuador aumenta, haciendo que el actuador no sea económico.

40

Para solucionar este problema, puede disponerse una válvula pasiva que presente una característica de presión-caudal según la cual se determine la pérdida de presión sin ambigüedad respecto a un caudal que pasa a través de la válvula en lugar de la válvula de descarga variable, y la presión en el cilindro puede controlarse regulando una cantidad de descarga de la bomba. Al hacerlo, pueden conseguirse unas reducciones en el tamaño y el coste de la unidad de accionamiento. En este tipo de unidad de accionamiento, tal como se muestra por una línea discontinua F7 en la figura 8, no se dan problemas siempre que la característica de presión-caudal de la válvula pasiva se establezca de modo que la pérdida de presión tenga una cierta magnitud incluso si un flujo $\beta 1$ que pasa a través de la válvula pasiva es comparativamente pequeño, garantizando, de este modo, que la presión en el cilindro puede alcanzar una presión objetivo α en una etapa relativamente temprana.

45

50

Sin embargo, también puede hacerse que la unidad de accionamiento descrita anteriormente funcione como amortiguador y una característica de amortiguación (variación de la fuerza de amortiguación respecto a la velocidad del pistón) de la unidad de accionamiento cuando funciona como amortiguador se determina por las características de presión-caudal de la válvula pasiva. Por lo tanto, en un caso en el que la característica de presión-caudal de la válvula pasiva se dispone de manera que cuando el caudal que pasa a través de la válvula es pequeño, la pérdida de presión es comparativamente pequeña, tal como se muestra por una línea continua F8 en la figura 8, por ejemplo, para obtener una característica de amortiguación deseada en la unidad de accionamiento, el flujo requerido para alcanzar la presión objetivo α se vuelve extremadamente grande cuando la unidad de accionamiento se utiliza como accionador.

55

60

En otras palabras, cuando se emplea una válvula pasiva óptima para obtener la característica de amortiguación deseada, la cantidad de descarga de la bomba puede aumentar, dependiendo de la característica de presión-caudal de la válvula pasiva. En consecuencia, pueden surgir problemas tales como un aumento del consumo de energía debido al aumento de la velocidad del motor, una reducción de la capacidad de respuesta debido a un aumento de la velocidad de variación de la velocidad del motor, y una necesidad de una mayor durabilidad del motor y la bomba. Por lo tanto, la característica de presión-caudal de la válvula pasiva está limitada y, en consecuencia, puede ser imposible obtener la característica de amortiguación deseada.

Un objetivo de la presente invención es una unidad de accionamiento con la que pueda obtenerse fácilmente una característica de amortiguación deseada incluso si se utiliza una válvula pasiva y se controla una presión en un cilindro regulando una cantidad de descarga de una bomba.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, una unidad de accionamiento incluye un cilindro; un pistón insertado de manera deslizante en el cilindro, definiendo el pistón una cámara del lado del vástago y una cámara del lado del pistón en el cilindro; un vástago insertado en el cilindro y acoplado al pistón; un depósito; una primera válvula de apertura/cierre dispuesta en un primer conducto que comunica la cámara del lado del vástago con la cámara del lado del pistón; una segunda válvula de apertura/cierre dispuesta en un segundo conducto que comunica la cámara del lado del pistón con el depósito; un conducto de succión configurado para permitir que un fluido de trabajo fluya solamente desde el depósito hacia la cámara del lado del pistón; un conducto de rectificación configurado para permitir que el fluido de trabajo fluya solamente desde la cámara del lado del pistón hacia la cámara del lado del vástago; una bomba configurada para suministrar el fluido de trabajo a la cámara del lado del vástago; un motor configurado para accionar la bomba; un primer conducto de descarga y un segundo conducto de descarga que comunican respectivamente la cámara del lado del vástago al depósito; una primera válvula pasiva dispuesta en el primer conducto de descarga, presentando la primera válvula pasiva una primera característica de presión-caudal; una segunda válvula pasiva dispuesta en el segundo conducto de descarga, presentando la segunda válvula pasiva una segunda característica de presión-caudal; y una válvula de conmutación configurada para comunicar y bloquear por lo menos uno del primer conducto de descarga y el segundo conducto de descarga.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de circuito que muestra una unidad de accionamiento de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista que muestra las características de presión-caudal de una primera válvula pasiva y una segunda válvula pasiva de la unidad de accionamiento de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 3 es una vista que muestra un ejemplo de un circuito de corriente de la unidad de accionamiento de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista que muestra una relación entre el empuje generado por la unidad de accionamiento y el par generado por un motor de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de circuito que muestra una unidad de accionamiento de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

La figura 6 es una vista que muestra una característica de presión-caudal de una primera válvula pasiva y una característica de presión-caudal sintetizada de una segunda válvula pasiva y una tercera válvula pasiva en la unidad de accionamiento de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

La figura 7 es una vista que muestra un ejemplo modificado de una válvula de conmutación en la unidad de accionamiento de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.

La figura 8 es una vista que muestra un ejemplo de una característica de presión-caudal de una válvula pasiva.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

Se describirán a continuación unas realizaciones de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas.

Tal como se muestra en la figura 1, una unidad de accionamiento 1A de acuerdo con una primera realización de la presente invención incluye un cilindro 2, un pistón 3 insertado de manera deslizante en el cilindro 2 y que define una cámara de lado del vástago 5 y una cámara del lado de pistón 6 en el cilindro 2, un vástago 4 insertado en el cilindro 2 y acoplado al pistón 3, un depósito 7, una primera válvula de apertura/cierre 9 dispuesta en la mitad de un primer conducto 8 que comunica la cámara del lado del vástago 5 con la cámara del lado del pistón 6, una válvula 11 dispuesta en la mitad de un segundo conducto 10 que comunica la cámara del lado del pistón 6 con el depósito 7, un conducto de succión 21 configurado para permitir que fluya un fluido de trabajo sólo desde el depósito 7 hacia la cámara del lado del pistón 6, un conducto de rectificación 20 configurado para permitir que el fluido de trabajo fluya solamente desde la cámara 6 del lado del pistón hacia la cámara del lado del vástago 5, una bomba 12 configurada para suministrar el aceite de trabajo a la cámara de lado del vástago 5 y un motor 15 configurado para accionar la bomba 12.

La unidad de accionamiento 1A incluye, además, un primer conducto de descarga 18 y un segundo conducto de descarga 22 que comunican respectivamente la cámara del lado del vástago 5 con el depósito 7; una primera válvula pasiva 19 dispuesta en el medio del primer conducto de descarga 18, presentando la primera válvula pasiva 19 una primera característica de presión-caudal respecto al fluido de trabajo que fluye desde la cámara del lado del vástago 5 hacia el depósito 7; una segunda válvula pasiva 23 dispuesta en la mitad del segundo conducto de descarga 22, presentando el segundo conducto de descarga 22 una segunda característica de presión-caudal respecto al fluido de trabajo que fluye desde la cámara del lado del vástago 5 hacia el depósito 7; y una tercera válvula de apertura/cierre (una válvula de conmutación) 24 configurada para comunicar y bloquear el primer conducto de descarga 18.

El aceite de trabajo se carga en la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 como fluido de trabajo. En el depósito 7 se carga un gas, además del aceite de trabajo. El fluido de trabajo utilizado para accionar la unidad de accionamiento 1A puede ser un fluido distinto de aceite de trabajo, y también puede ser un gas. No hay ninguna necesidad particular de disponer el depósito 7 en un estado a presión cargando el gas en estado comprimido.

Se hace que la unidad de accionamiento 1A realice una operación de expansión accionando la bomba 12 utilizando el motor 15 en un estado en el que el primer conducto 8 se dispone en un estado de comunicación mediante la primera válvula de apertura/cierre 9 y la segunda válvula de apertura/cierre 11 está cerrada. Al suministrar aceite de trabajo al cilindro 2 en este estado, se hace que la unidad de accionamiento 1A realice la operación de expansión. Se hace que la unidad de accionamiento 1A realice una operación de contracción accionando la bomba 12 utilizando el motor 15 en un estado en el que el segundo conducto 10 se dispone en un estado de comunicación mediante la segunda válvula de apertura/cierre 11 y la primera válvula de apertura/cierre 9 está cerrada. Al suministrar aceite de trabajo al cilindro 2 en este estado, se hace que la unidad de accionamiento 1A realice la operación de contracción.

Las respectivas partes se describirán ahora en detalle. El cilindro 2 presenta una forma tubular, en la que un extremo derecho en la figura 1, que sirve como parte extrema, queda cerrado por una tapa 13 y una guía de vástago anular 14 está unida a un extremo izquierdo en la figura 1 que sirve como la otra parte extrema. Además, el vástago 4 insertado de manera deslizante en el cilindro 2 se inserta de manera deslizante en la guía de vástago 14. El vástago 4 se proyecta hacia el exterior del cilindro 2 en un extremo, y otro extremo está acoplado al pistón 3 insertado en el cilindro 2 para poder deslizarse libremente.

Un espacio entre una periferia exterior del vástago 4 y el cilindro 2 queda sellado por un elemento de sellado, no mostrado en las figuras. Como resultado, el interior del cilindro 2 se mantiene en un estado hermético. Tal como se ha descrito anteriormente, el aceite de trabajo se carga como fluido de trabajo en la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 definidas por el pistón 3 dentro del cilindro 2.

En la unidad de accionamiento 1A, el vástago 4 está formado de manera que una zona seccional de la misma es la mitad de una sección del pistón 3, por lo que una superficie de recepción de presión del pistón 3 en el lado de la cámara del lado del vástago 5 es la mitad de una superficie de recepción de presión del lado de la cámara del lado del pistón 6. Por lo tanto, cuando se establece una presión en la cámara del lado del vástago 5 idéntica durante la operación de expansión y la operación de contracción, se genera un empuje igual durante la expansión y la contracción. Además, un caudal relativo a una cantidad de desplazamiento de la unidad de accionamiento 1A es idéntico tanto en el lado de expansión como en el de contracción.

Para describir esto con más detalle, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice la operación de expansión, la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 se comunican entre sí de manera que la presión en la cámara del lado del vástago 5 y la presión en la cámara del lado del pistón 6 son iguales. Como resultado, el empuje que se obtiene multiplicando esta presión por una diferencia del área de la superficie de recepción de presión entre el lado de la cámara del lado del vástago 5 y el lado de la cámara del lado del pistón 6 del pistón 3 es generado por la unidad de accionamiento 1A. Cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice la operación de contracción, por otra parte, la comunicación entre la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 se bloquea de modo que la cámara del lado del pistón 6 se comunica con el depósito 7. Como resultado, la unidad de accionamiento 1A genera el empuje que se obtiene multiplicando la presión en la cámara de lado del vástago 5 por el área de la superficie de recepción del lado de la cámara del lado del pistón 6 del pistón 3. Así, durante la expansión y la contracción, el empuje generado por la unidad de accionamiento 1A toma un valor obtenido multiplicando la presión en la cámara del lado del vástago 5 por la mitad del área en sección del pistón 3. Por lo tanto, el empuje de la unidad de accionamiento 1A puede controlarse regulando la presión en la cámara del lado del vástago 5 a una presión objetivo durante la operación de expansión y la operación de contracción. Dado que el área de la superficie de recepción de presión en el lado de la cámara del lado del vástago 5 del pistón 3 se dispone en la mitad del área de la superficie de recepción de presión en el lado de la cámara del lado del pistón 6, cuando se genera un empuje idéntico tanto en el lado de expansión como de contracción, la

5 cámara del lado del vástago 5 puede hacerse idéntica durante la expansión y la contracción y, por lo tanto, el control es simple. Además, el caudal relativo a la cantidad de desplazamiento es también idéntico y, por lo tanto, se obtiene una respuesta idéntica tanto en el lado de expansión como de contracción. Además, el empuje de la unidad de accionamiento 1A en el lado de expansión y de contracción puede controlarse igualmente utilizando la presión en la cámara del lado del vástago 5 incluso si la superficie de recepción de presión en el lado de la cámara del lado del vástago 5 del pistón 3 no se regula a la mitad del área de la superficie recepción de presión en el lado de la cámara del lado del pistón 6.

10 Un extremo izquierdo en la figura 1 del vástago 4, que es el extremo que se proyecta hacia el exterior del cilindro 2, y la tapa 13 que cierra el extremo derecho del cilindro 2, están provistos de unas partes de fijación, no mostradas en las figuras. La unidad de accionamiento 1A queda interpuesta entre una carrocería de un vehículo y un eje de un vehículo por medio de estas partes de fijación.

15 La cámara de lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 están comunicadas por el primer conducto 8 y la primera válvula de apertura/cierre 9 está dispuesta en la mitad del primer conducto 8. El primer conducto 8 comunica la cámara de lado del vástago 5 con la cámara del lado del pistón 6 en el exterior del cilindro 2, pero puede estar dispuesta, en cambio, en el pistón 3.

20 La primera válvula de apertura/cierre 9 de la unidad de accionamiento 1A es una válvula de apertura/cierre de solenoide. La primera válvula de apertura/cierre 9 incluye una válvula 9a que tiene una posición de comunicación 9b, en la cual el primer conducto 8 queda abierto de manera que la cámara del lado del vástago 5 comunica con la cámara del lado del pistón 6, y una posición de bloqueo 9c, en la cual la comunicación entre la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 queda bloqueada, un muelle 9d configurado para empujar la válvula 9a para adoptar la posición de bloqueo 9c y un solenoide 9e que, cuando se activa, conmuta la válvula 9a a la posición de comunicación 9b contra el muelle 9d.

30 La cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7 están comunicados por el segundo conducto 10, y la segunda válvula de apertura/cierre 11, que es una válvula de apertura/cierre de solenoide, está dispuesta en la mitad del segundo conducto 10. La segunda válvula de apertura/cierre 11 incluye una válvula 11a que tiene una posición de comunicación 11b, en la que el segundo conducto 10 queda abierto de manera que la cámara del lado del pistón 6 comunica con el depósito 7, y una posición de bloqueo 11c, en la que la comunicación entre la cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7 queda bloqueada, un muelle 11d configurado para empujar la válvula 11a para adoptar la posición de bloqueo 11c, y un solenoide 11e que, cuando se activa, conmuta la válvula 11a a la posición de comunicación 11b contra el muelle 11d.

35 La bomba 12 es accionada por el motor 15 para descargar el aceite de trabajo en una única dirección. Un puerto de descarga de la bomba 12 comunica con la cámara del lado del vástago 5 a través de un conducto de suministro 16 y un orificio de succión comunica con el depósito 7. Al accionar la bomba 12 mediante el motor 15, ésta aspira el aceite de trabajo desde el depósito 7 y suministra el aceite de trabajo a la cámara de lado del vástago 5. El motor 15 se acciona para girar cuando recibe corriente suministrada desde un controlador C. Dado que la bomba 12 descarga el aceite de trabajo en una única dirección, tal como se ha descrito anteriormente, no se requiere una operación para cambiar su sentido de giro y, por lo tanto, no se da el problema de que una cantidad de descarga varíe cuando se modifica el sentido de giro. Por lo tanto, puede utilizarse una bomba de engranajes económica o similar como la bomba 12. Además, puesto que el sentido de giro de la bomba 12 es siempre el mismo sentido, tampoco hay necesidad de conmutar un sentido de giro del motor 15 que actúa de fuente de accionamiento para accionar la bomba 12. Por lo tanto, el motor 15 no requiere un alto grado de capacidad de respuesta a un conmutador de sentido de giro y, por lo tanto, puede utilizarse asimismo un motor económico.

50 En la mitad del conducto de suministro 16 queda dispuesta una válvula de retención 17 que evita el contraflujo del aceite de trabajo desde la cámara del lado del vástago 5 a la bomba 12.

55 La cámara del lado del vástago 5 y el depósito 7 se comunican a través del primer conducto de descarga 18 y del segundo conducto de descarga 22. La primera válvula pasiva 19 que tiene la primera característica de presión-caudal respecto al aceite de trabajo que fluye desde la cámara del lado del vástago 5 hacia el depósito 7 y la tercera válvula 24 de apertura/cierre que sirve de válvula de conmutación se disponen en serie en la mitad del primer conducto de descarga 18. La segunda válvula pasiva 23 que tiene la segunda característica de presión-caudal respecto al aceite de trabajo que fluye desde la cámara del lado del vástago 5 hacia el depósito 7 está dispuesta en la mitad del segundo conducto de descarga 22.

60 La primera válvula pasiva 19 dispuesta en la mitad del primer conducto de descarga 18 incluye un cuerpo de válvula 19a y un muelle 19b configurado para impulsar el cuerpo de válvula 19a desde un lado de superficie posterior. La primera válvula pasiva 19 ejerce una resistencia predeterminada sobre un flujo de aceite de trabajo suministrado desde la cámara del lado del vástago 5 en el lado curso arriba. Tal como se muestra por una línea continua F1 y una

línea discontinua F2 en la figura 2, por ejemplo, la primera válvula pasiva 19 tiene la primera característica de presión-caudal según la cual la pérdida de presión se determina sin ambigüedad respecto a un caudal que pasa a través de la válvula. La primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 no se limita a la característica mostrada en la figura 2, y puede ser cualquier característica en la que la pérdida de presión se determine sin ambigüedad respecto al caudal.

La tercera válvula de apertura/cierre 24 de la unidad de accionamiento 1A es una válvula de apertura/cierre de solenoide. La tercera válvula de apertura/cierre 24 incluye una válvula 24a que tiene una posición de comunicación 24b en la que el primer conducto de descarga 18 queda abierto y una posición de bloqueo 24c en la que el primer conducto de descarga 18 queda bloqueado, un muelle 24d configurado para impulsar la válvula 24a para que adopte la posición de comunicación 24b, y un solenoide 24e que, al activarse, conmuta la válvula 24a a la posición de bloqueo 24c contra el muelle 24d. La tercera válvula de apertura/cierre 24 queda dispuesta en el lado del depósito curso abajo de la primera válvula pasiva 19, pero puede estar dispuesta en el lado curso arriba de la primera válvula pasiva 19.

La segunda válvula pasiva 23 dispuesta en la mitad del segundo conducto de descarga 22 está constituida por un orificio, y ejerce una resistencia predeterminada sobre un flujo de aceite de trabajo que pasa a través del segundo conducto de descarga 22. La segunda válvula pasiva 23, de manera similar a la primera válvula pasiva 19, tiene la segunda característica de presión-caudal según la cual la pérdida de presión se determina sin ambigüedad respecto al caudal que pasa a través de la válvula. Tal como se muestra por una línea continua F3 en la figura 2, la segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 es una característica de ley cuadrática. La segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 no se limita a la característica mostrada en la figura 2 y puede ser cualquier característica en la que la pérdida de presión se determine sin ambigüedad respecto al caudal y en la que la pérdida de presión relativa al caudal que pasa a través de la válvula sea mayor que la de la característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19.

La unidad de accionamiento 1A incluye el conducto de rectificación 20 que permite que el aceite de trabajo fluya solamente desde la cámara del lado del pistón 6 hacia la cámara del lado del vástago 5, y el conducto de succión 21 que permite que el aceite de trabajo fluya sólo desde el depósito 7 hacia la cámara del lado del pistón 6.

Se describirán a continuación unas operaciones de la unidad de accionamiento 1A. Tal como se ha descrito anteriormente, cuando se acciona la unidad de accionamiento 1A, el empuje generado tanto en el lado de expansión como de contracción de la unidad de accionamiento 1A puede controlarse controlando la presión en la cámara del lado del vástago 5.

En un procedimiento específico, el empuje de la unidad de accionamiento 1A se controla a un valor deseado regulando la presión en la cámara del lado del vástago 5 utilizando la segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23.

Por ejemplo, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice un empuje deseado en una dirección de expansión, la primera válvula de apertura/cierre 9 se regula a la posición de comunicación 9b, la segunda válvula de apertura/cierre 11 se regula a la posición de bloqueo 11c, y la tercera válvula de apertura/cierre 24 se regula a la posición de bloqueo 24c. Además, el motor 15 se acciona para suministrar aceite de trabajo desde la bomba 12 al cilindro 2. En consecuencia, la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 se comunican entre sí de manera que el aceite de trabajo es suministrado a ambos desde la bomba 12 y, como resultado, se empuja el pistón 3 hacia la izquierda en la figura 1 de manera que la unidad de accionamiento 1A realiza la operación de expansión.

Tal como se ha descrito anteriormente, el empuje que ha de realizar la unidad de accionamiento 1A y la presión en la cámara del lado del vástago 5 tienen una relación proporcional y, por lo tanto, la presión en la cámara del lado del vástago 5 correspondiente al empuje que se va a realizar sirve como presión objetivo. La presión objetivo se determina mediante un procesamiento de cálculo realizado por el controlador. El empuje que realiza la unidad de accionamiento 1A puede enviarse al controlador C desde un aparato de control de un controlador de orden superior C, o puede calcularse por el controlador C de acuerdo con una ley de control predeterminada.

La segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 se utiliza para regular la presión en la cámara del lado del vástago 5 a la presión objetivo. Más concretamente, un flujo que pasa a través de la segunda válvula pasiva 23 se determina a partir de la presión objetivo, y el aceite de trabajo se suministra a la segunda válvula pasiva 23 al caudal determinado. Para determinar el caudal a partir de la presión objetivo, cuando la presión del depósito se encuentra a la presión atmosférica y la presión objetivo es α , por ejemplo, el caudal puede determinarse leyendo un caudal β correspondiente a la presión α de la característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23, tal como se muestra en la figura 2. El caudal correspondiente a la presión objetivo puede determinarse mediante el controlador C realizando un cálculo de mapa utilizando la característica de presión-caudal

o puede determinarse utilizando una función que tenga la presión objetivo como parámetro. Al hacerlo, la pérdida de presión en la segunda válvula pasiva 23 es igual a la presión objetivo. En otras palabras, suministrando aceite de trabajo según el caudal determinado de la manera descrita anteriormente, la presión en la cámara del lado del vástago 5 curso arriba de la segunda válvula pasiva 23 se vuelve superior a la presión atmosférica, es decir, a la presión del depósito, en una cantidad correspondiente a la presión objetivo y, en consecuencia, la presión en la cámara del lado del vástago 5 curso arriba de la segunda válvula pasiva 23 alcanza la presión objetivo.

Para describir esto con más detalle, la segunda válvula de apertura/cierre 11 se encuentra en la posición de bloqueo 11c y, por lo tanto, el aceite de trabajo descargado desde la bomba 12 se devuelve al depósito 7 a través de la segunda válvula pasiva 23 en lugar de fluir al depósito 7 a través del cilindro 2. Por lo tanto, la presión en la cámara del lado del vástago 5 aumenta por encima de la presión en el depósito 7 en una cantidad correspondiente a la pérdida de presión en la segunda válvula pasiva 23 y, en consecuencia, la presión en la cámara del lado del vástago 5 se controla a la presión objetivo. Determinando un caudal de descarga de la bomba 12 en el que la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede llegar a la presión objetivo, se determina sin ambigüedad una velocidad de giro del motor 15. Controlando el motor 15 a la velocidad de giro determinada, la presión en la cámara del lado del vástago 5 se regula a la presión objetivo y, en consecuencia, el empuje de la unidad de accionamiento 1A se controla a una magnitud deseada.

Por lo tanto, el controlador C determina el caudal de la segunda válvula pasiva 23 desde la presión objetivo, determina la velocidad de giro del motor 15 a partir del caudal determinado, y controla el motor 15 a la velocidad de giro determinada. La velocidad de giro del motor 15 puede controlarse a través de un control de realimentación controlando la velocidad de giro del motor 15. Si el motor 15 es un motor de corriente alterna o un motor sin escobillas, la velocidad de giro puede controlarse utilizando un sensor que detecte una posición de un rotor del motor 15. Si el motor 15 es un motor de escobillas que no tiene sensor para controlar la velocidad de giro, puede disponerse un sensor para controlar la velocidad de giro por separado. Debe observarse que, cuando la presión del depósito no se encuentra a la presión atmosférica, puede leerse un caudal correspondiente a una presión diferencial entre la presión objetivo y la presión del depósito a partir del diagrama de la característica de presión-caudal mostrado en la figura 2, y la velocidad de giro del motor 15 puede controlarse de manera que la bomba 12 descargue el caudal leído. Al hacer esto, la pérdida de presión en la segunda válvula pasiva 23 es igual a la presión diferencial entre la presión objetivo y la presión del depósito de manera que la presión en el lado curso arriba de la segunda válvula pasiva 23 se vuelve mayor que la presión del depósito en una cantidad correspondiente a la diferencia. Como resultado, la presión en la cámara del lado del vástago 5 curso arriba de la segunda válvula pasiva 23 alcanza la presión objetivo.

Por el contrario, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice un empuje deseado en una dirección de contracción, la primera válvula de apertura/cierre 9 se dispone en la posición de bloqueo 9b, la segunda válvula de apertura/cierre 11 se dispone en la posición de comunicación 11b, y la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de bloqueo 24c. Además, el motor 15 se acciona para suministrar aceite de trabajo desde la bomba 12 al cilindro 2. En consecuencia, la cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7 se comunican entre sí, mientras que la cámara del lado del vástago 5 queda bloqueada desde la cámara del lado del pistón 6 y, por lo tanto, el aceite de trabajo es suministrado desde la bomba 12 solamente hacia la cámara del lado del vástago 5. Como resultado, se empuja el pistón 3 hacia la derecha en la figura 1 de manera que la unidad de accionamiento 1A realiza la operación de contracción.

Del mismo modo, en este caso, el empuje que realiza la unidad de accionamiento 1A y la presión en la cámara del lado del vástago 5 tienen una relación proporcional, tal como se ha descrito anteriormente y, por lo tanto, la presión en la cámara del lado del vástago 5 correspondiente al empuje a realizar sirve como presión objetivo. De manera similar al caso descrito anteriormente, la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede regularse a la presión objetivo utilizando la segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23. De manera similar, en este caso, la primera válvula de apertura/cierre 9 se encuentra en la posición de bloqueo 9c y, por tanto, el aceite de trabajo descargado de la bomba 12 es devuelto al depósito 7 a través de la segunda válvula pasiva 23 en lugar de fluir hacia el depósito 7 a través del cilindro 2. Por lo tanto, de manera similar al caso descrito anteriormente, determinando el caudal de descarga de la bomba 12, determinando la velocidad de giro del motor 15 a partir del caudal de descarga determinado, y controlando el motor 15 a la velocidad de giro determinada, la cámara del lado del vástago 5 se regula a la presión objetivo y, como resultado, el empuje de la unidad de accionamiento 1A se controla a la magnitud deseada.

Cuando la unidad de accionamiento 1A se expande, la cantidad de aceite de trabajo en el cilindro 2 es insuficiente y, por lo tanto, el aceite de trabajo es suministrado al cilindro 2 desde la bomba 12. Además, cuando la unidad de accionamiento 1A se contrae, la cantidad de aceite de trabajo en el cilindro 2 es excesiva y, por lo tanto, el aceite de trabajo es descargado desde el cilindro 2 al depósito 7 a través del primer conducto de descarga 18. En otras palabras, el caudal que pasa a través de la segunda válvula pasiva 23 varía a medida que la unidad de accionamiento 1A se expande y se contrae y, por lo tanto, cuando la velocidad de expansión/contracción de la

unidad de accionamiento 1A aumenta, se deteriora una respuesta de control mediante la cual la presión en la cámara del lado del vástago 5 sigue la presión objetivo. Por lo tanto, disponiendo un sensor de presión que detecte la presión en la cámara del lado del vástago 5 y que controle la velocidad de giro del motor 15 mediante el retroceso de la presión en la cámara del lado del vástago 5, la capacidad de la presión en la cámara del lado del vástago 5 para seguir la presión objetivo puede mejorarse.

A continuación, se describirá un procedimiento para controlar el empuje de la unidad de accionamiento 1A a un valor deseado regulando la presión en la cámara del lado del vástago 5 a través del control de un par del motor 15 como un segundo procedimiento específico de accionamiento de la unidad de accionamiento 1A.

Cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice un empuje deseado en la dirección de expansión, la primera válvula de apertura/cierre 9 se dispone en la posición de comunicación 9b, la segunda válvula de apertura/cierre 11 se dispone en la posición de bloqueo 11c y la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de bloqueo 24c. Además, se acciona el motor 15 para suministrar aceite de trabajo desde la bomba 12 al cilindro 2. En consecuencia, la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 se comunican entre sí de manera que el aceite de trabajo es suministrado a ambos desde la bomba 12 y, como resultado, se empuja el pistón 3 hacia la izquierda en la figura 1 de manera que la unidad de accionamiento 1A realiza la operación de expansión.

Regulando, junto con esta operación, el par del motor 15 utilizando el controlador C, se regula la presión en la cámara del lado del vástago 5 de manera que el valor obtenido multiplicando la presión en la cámara del lado del vástago 5 por la diferencia del área de la superficie de recepción de presión entre el lado de la cámara del lado del vástago 5 y el lado de la cámara del lado del pistón 6 del pistón 3 llega al empuje deseado. La bomba 12 es accionada por el par del motor 15 de manera que la bomba 12 recibe la presión en la cámara del lado del vástago 5 y, por lo tanto, regulando el par del motor 15, que es proporcional a la presión de descarga de la bomba 12, puede controlarse la presión en la cámara del lado del vástago 5.

Más específicamente, tal como se muestra en la figura 3, el controlador C incluye un circuito de corriente L que controla una corriente que pasa por el motor 15 al recibir un comando de par de entrada. El circuito de corriente L incluye un sensor de corriente 30 que detecta una corriente que pasa por un devanado, no representado en la figura, del motor 15, una unidad de cálculo 31 que calcula una desviación entre el comando de par y la corriente detectada por el sensor de corriente 30, y un compensador 32 que genera un comando de corriente a partir de la desviación determinada por la unidad de cálculo 31. El compensador 32 realiza un tipo de compensación convencional, tal como una compensación integral proporcional o una compensación diferencial integral proporcional, por ejemplo, pero puede realizar otro tipo de compensación.

El controlador C determina la presión objetivo, es decir, la presión en la cámara del lado del vástago 5 correspondiente al empuje que realiza la unidad de accionamiento 1A, determina un par requerido, que es un par requerido para realizar la presión objetivo, y determina un comando de corriente para realizar el par requerido como comando de par. Debe tenerse en cuenta que la presión objetivo puede determinarse a partir del empuje, el par requerido puede determinarse a partir de la presión objetivo, y el comando de par, es decir, el comando de corriente, puede determinarse a partir del par requerido. Por lo tanto, en realidad, el controlador C puede determinar el comando de par a partir del empuje que se utiliza como parámetro. Más específicamente, tal como se muestra en la figura 4, una relación entre el par del motor 15 y el empuje puede aproximarse a través de una expresión primaria que tenga un par de rozamiento de la bomba 12 como interceptor y, por lo tanto, el comando de par puede determinarse fácilmente a partir del empuje. El empuje y el comando de par se envían al circuito de corriente L descrito anteriormente, tras lo cual se suministra corriente al motor 15 y, como resultado, el par del motor 15 es controlado de acuerdo con el comando de par. La presión en la cámara del lado del vástago 5 se regula, de este modo, a la presión objetivo y, como resultado, el empuje que realiza la unidad de accionamiento 1A se controla a la magnitud del empuje deseado.

Por el contrario, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A realice un empuje deseado en la dirección de contracción, la primera válvula de apertura/cierre 9 se dispone en la posición de bloqueo 9c, la segunda válvula de apertura/cierre 11 se dispone en la posición de comunicación 11b, y la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de bloqueo 24c. Además, se acciona el motor 15 para suministrar aceite de trabajo desde la bomba 12 al cilindro 2. En consecuencia, la cámara 6 del lado del pistón y el depósito 7 se comunican entre sí, mientras que la cámara 5 del lado del vástago queda bloqueada desde la cámara 6 del lado del pistón y, por lo tanto, el aceite de trabajo es suministrado desde la bomba 12 únicamente a la cámara del lado del vástago 5. Como resultado, se empuja el pistón 3 hacia la derecha en la figura 1 de manera que la unidad de accionamiento 1A realiza la operación de contracción.

Junto con esta operación, de manera similar a los procedimientos descritos anteriormente, la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede regularse regulando el par del motor 15 utilizando el controlador C de manera que el

valor obtenido multiplicando la presión en la cámara del lado del vástago 5 por el área de la superficie de recepción de presión en el lado de la cámara del lado del vástago 5 del pistón 3 se vuelve idéntico al empuje deseado.

Además, cuando no se acciona la bomba 12 y la unidad de accionamiento 1A se hace funcionar como amortiguador, la primera válvula de apertura/cierre 9 y la segunda válvula de apertura/cierre 11 se disponen ambas en las posiciones de bloqueo 9c, 11c y la tercera válvula de apertura/cierre se dispone en la posición de comunicación 24b. Cuando la unidad de accionamiento 1A se expande y se contrae, el aceite de trabajo se expulsa del cilindro 2 y se descarga en el depósito 7 a través de la primera válvula pasiva 19. Cuando la cantidad de aceite de trabajo en el cilindro 2 es insuficiente, el aceite de trabajo se suministra al cilindro 2 desde el depósito 7 a través del conducto de succión 21. Por consiguiente, la unidad de accionamiento 1A genera una fuerza de amortiguación correspondiente a la pérdida de presión de la primera válvula pasiva 19.

Por lo tanto, la unidad de accionamiento 1A puede generar un empuje tanto en la dirección de expansión como en la dirección de contracción, y el empuje puede controlarse fácilmente incluso sin el uso de una válvula de descarga variable. Además, en la unidad de accionamiento 1A, la segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 se regula de manera que la pérdida de presión respecto al caudal que pasa a través de la válvula es mayor que la de la primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 y el primer conducto de descarga 18 en el cual se dispone la primera válvula pasiva 19 puede bloquearse mediante la tercera válvula de apertura/cierre (la válvula de conmutación) 24. Por lo tanto, la característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 puede establecerse en una característica óptima para obtener una característica de amortiguación deseada (variación de la fuerza de amortiguación respecto a la velocidad del pistón) en la unidad de accionamiento 1A. Por ejemplo, si se hace que la unidad de accionamiento 1A genere un empuje (es decir, que funcione como actuador) en el caso en que la característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 sea tal como se muestra por la línea continua F1 en la figura 2, la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede regularse a la presión objetivo con una pequeña cantidad de descarga de la bomba 12 bloqueando el primer conducto de descarga 18. Además, la velocidad de variación de la velocidad del motor puede reducirse para permitir una mejora de la capacidad de respuesta, puede mejorarse la durabilidad de la bomba 12, y puede suprimirse el ruido de la bomba 12. Además, si se hace funcionar la unidad de accionamiento 1A como amortiguador, puede obtenerse una característica de amortiguación deseada en la unidad de accionamiento 1A comunicando el primer conducto de descarga 18.

Por lo tanto, regulando la cantidad de descarga de la bomba 12 utilizando la primera y la segunda válvula pasiva 19, 23 para controlar la presión en el cilindro 2, puede obtenerse fácilmente una característica de amortiguación deseada en la unidad de accionamiento 1A.

Además, en esta realización, la segunda válvula pasiva 23 es un orificio, y se dispone una zona de orificios. Por lo tanto, si la unidad de accionamiento 1A se hace funcionar como actuador, la velocidad de giro del motor 15 puede mantenerse a cero o mayor de cero. Por lo tanto, puede suprimirse un aumento del consumo de energía y una reducción de la vida útil de un cojinete debido al repetido paro y aceleración del motor 15.

Además, en esta realización, la válvula de retención 17 queda dispuesta en la mitad del conducto de suministro 16 curso abajo de la bomba 12 y, por lo tanto, incluso cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A se expanda y se contraiga de manera forzada por una fuerza externa, puede evitarse el contraflujo del aceite de trabajo desde la cámara del lado del vástago 5 a la bomba 12. Como resultado, puede obtenerse un empuje igual o superior al empuje generado de acuerdo con el par del motor 15.

A continuación, se describirá una unidad de accionamiento 1B de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. La unidad de accionamiento 1B de acuerdo con la segunda realización básicamente está configurada idénticamente a la unidad de accionamiento 1A de acuerdo con la primera realización y, por lo tanto, se han asignado idénticos símbolos de referencia a configuraciones similares a la primera realización y se ha omitido su descripción. La unidad de accionamiento 1B de acuerdo con la segunda realización incluye una tercera válvula pasiva 25 dispuesta en la mitad del segundo conducto de descarga 22 en paralelo con la segunda válvula pasiva 23 y una cuarta válvula de apertura/cierre 26 configurada para comunicar y bloquear el segundo conducto de descarga 22. La cuarta válvula de apertura/cierre 26 y la tercera válvula de apertura/cierre 24 corresponden a la válvula de conmutación de la reivindicación 1.

Cuando la unidad de accionamiento 1B realiza la operación de expansión, la bomba 12 es accionada por el motor 15 en un estado en el que el primer conducto 8 se dispone en el estado de comunicación mediante la primera válvula de apertura/cierre 9 y la segunda válvula de apertura/cierre 11 está cerrada. Suministrando aceite de trabajo al cilindro 2 en este estado, puede hacerse que la unidad de accionamiento 1B realice la operación de expansión. Por otra parte, cuando la unidad de accionamiento 1B realiza la operación de contracción, el motor 15 acciona la bomba 12 en un estado en el que el segundo conducto 10 se dispone en el estado de comunicación mediante la segunda

válvula de apertura/cierre 11 y la primera abertura/válvula de cierre 9 está cerrada. Al suministrar aceite de trabajo al cilindro 2 en este estado, puede hacerse que la unidad de accionamiento 1B realice la operación de contracción.

5 En la unidad de accionamiento 1B, el segundo conducto de descarga 22 incluye un conducto principal 22a y un conducto de desviación 22b que se desvía desde el conducto principal 22a y luego converge con el conducto principal 22a. La segunda válvula pasiva 23 constituida por un orificio está dispuesta en la mitad del conducto principal 22a y la tercera válvula pasiva 25 está dispuesta en la mitad del conducto de derivación 22b.

10 La tercera válvula pasiva 25 es una válvula de descarga que incluye un cuerpo de válvula 25a y un muelle 25b configurado para empujar el cuerpo de válvula 25a en una dirección para bloquear el conducto principal 22a. Cuando la presión en la cámara del lado del vástago 5 curso arriba del segundo conducto de descarga 22, que actúa sobre el cuerpo de la válvula 25a, excede una presión de apertura de la válvula, el empuje generado por la presión en la cámara del lado del vástago 5, que presiona el cuerpo de la válvula 25a en una dirección para abrir el conducto principal 22a, supera la fuerza de empuje del muelle 25b de manera que el cuerpo de válvula 25a se retira, abriendo de ese modo el conducto principal 22a. La tercera válvula pasiva 25 tiene una tercera característica de presión-caudal según la cual la pérdida de presión se determina sin ambigüedad respecto al el caudal que pasa a través de la válvula. Tal como se muestra por una línea de puntos y rayas F4 en la figura 6, la tercera característica de presión-caudal se regula de manera que la pérdida de presión relativa al caudal que pasa a través de la válvula es mayor que la de la primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 (línea continua F1 en la figura 6). Además, la tercera característica de presión-caudal se establece de manera que una presión correspondiente al caudal que pasa a través de la válvula está en un lado inferior de una presión que se obtiene cuando el par del motor 15, mostrado por una línea continua F6 en la figura 6, es máximo. En otras palabras, la tercera característica de presión-caudal se establece de manera que la presión correspondiente al caudal que pasa a través de la válvula no sobrepasa la presión obtenida cuando el par del motor 15 es máximo.

25 Tal como se ha descrito anteriormente, la característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 constituida por un orificio es una característica de ley cuadrática, tal como la mostrada por una línea de puntos y rayas F3 en la figura 6. Tal como se muestra por una línea continua F5 en la figura 6, por lo tanto, la característica de presión-caudal obtenida cuando el aceite de trabajo fluye a través del segundo conducto de descarga 22 es una característica sintetizada de las características respectivas de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 y la tercera válvula pasiva 25.

35 La cuarta válvula de apertura/cierre 26 que constituye la válvula de conmutación junto con la tercera válvula de apertura/cierre 24 es una válvula de apertura/cierre de solenoide. La cuarta válvula de apertura/cierre 26 incluye una válvula 26a que tiene una posición de comunicación 26b en la que tanto el conducto principal 22a como el conducto de derivación 22b están abiertos y una posición de bloqueo 26c en la que tanto el conducto principal 22a como el conducto de derivación 22b están bloqueados, un muelle 26d configurado para empujar la válvula 26a para adoptar la posición de bloqueo 26c y un solenoide 26e que, cuando se activa, conmuta la válvula 26a a la posición de comunicación 26b contra el muelle 26d. La cuarta válvula de apertura/cierre 26 está dispuesta en el lado del depósito curso abajo de la segunda válvula pasiva 23 y la tercera válvula pasiva 25, pero puede estar dispuesta en el lado curso arriba de la segunda válvula pasiva 23 y la tercera válvula pasiva 25.

45 A continuación, se describirán las operaciones de la unidad de accionamiento 1B. Tal como se ha descrito anteriormente, cuando se acciona la unidad de accionamiento 1B, el empuje en el lado de expansión y de contracción de la unidad de accionamiento 1B puede controlarse controlando la presión en la cámara del lado 5 del vástago.

50 En un primer procedimiento específico, el empuje generado por la unidad de accionamiento 1B es controlado a un valor deseado regulando la presión en la cámara del lado de vástago 5 utilizando la característica de presión-caudal sintetizada de la segunda válvula pasiva 23 y la tercera válvula pasiva 25. Este procedimiento de control es similar al caso de la primera realización en la que el empuje de la unidad de accionamiento 1A se controla a un valor deseado utilizando la característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva 23 y, por lo tanto, se ha omitido una descripción detallada de la misma.

55 Además, en un segundo procedimiento de accionamiento de la unidad de accionamiento 1B específico, el empuje de la unidad de accionamiento 1B se controla a un valor deseado regulando la presión en la cámara del lado del vástago 5 mediante el control del par del motor 15. Este procedimiento de control es similar al caso de la primera realización en el que el empuje de la unidad de accionamiento 1A se controla a un valor deseado controlando el par del motor 15 y, por lo tanto, también se ha omitido aquí su descripción detallada.

60 Independientemente del procedimiento utilizado para controlar el empuje de la unidad de accionamiento 1B al valor deseado, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1B realice el empuje deseado en la dirección de expansión, la primera válvula de apertura/cierre 9 se dispone en la posición de comunicación 9b y la segunda

válvula de apertura/cierre 11 se dispone en la posición de bloqueo 11c. Además, la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de bloqueo 24c, y la cuarta válvula de apertura/cierre 26 se dispone en la posición de comunicación 26b. El motor 15 se acciona entonces para suministrar aceite de trabajo al cilindro 2 desde la bomba 12. Como resultado, la cámara del lado del vástago 5 y la cámara del lado del pistón 6 se disponen en un estado de comunicación de manera que el aceite de trabajo es suministrado a ambos desde la bomba 12 y, por lo tanto, se empuja el pistón 3 hacia la izquierda en la figura 5, de manera que la unidad de accionamiento 1B realiza la operación de expansión.

Por el contrario, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1B realice el empuje deseado en la dirección de contracción, independientemente del procedimiento utilizado para controlar el empuje de la unidad de accionamiento 1B al valor deseado, la primera válvula de apertura/cierre 9c se dispone en la posición de bloqueo y la segunda válvula de apertura/cierre 11 se dispone en la posición de comunicación 11b. Además, la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de bloqueo 24c, y la cuarta válvula de apertura/cierre 26 se dispone en la posición de comunicación 26b. El motor 15 se acciona para suministrar aceite de trabajo al cilindro 2 desde la bomba 12. Como resultado, la cámara del lado del pistón 6 y el depósito 7 se comunican entre sí, mientras que la cámara del lado del vástago 5 queda bloqueada desde la cámara del lado del pistón 6 y, por lo tanto, el aceite de trabajo es suministrado solamente a la cámara del lado del vástago 5 desde la bomba 12. En consecuencia, se empuja el pistón 3 hacia la derecha en la figura 5, de manera que la unidad de accionamiento 1B realiza la operación de contracción.

Además, cuando no se acciona la bomba 12 y la unidad de accionamiento 1B funciona como amortiguador, la primera válvula de apertura/cierre 9, la segunda válvula de apertura/cierre 11 y la cuarta válvula de apertura/cierre 26 se disponen todas en sus posiciones de bloqueo 9c, 11c, 26c, mientras que la tercera válvula de apertura/cierre 24 se dispone en la posición de comunicación 24b. Cuando el aceite de trabajo es expulsado del cilindro 2 debido a la expansión y la contracción de la unidad de accionamiento 1B en este estado, el aceite de trabajo se descarga al depósito 7 a través de la primera válvula pasiva 19. Cuando la cantidad de aceite de trabajo en el cilindro 2 es insuficiente, el aceite de trabajo es suministrado al cilindro 2 desde el depósito 7 a través del conducto de succión 21. Por consiguiente, la unidad de accionamiento 1B genera una fuerza de amortiguación correspondiente a la pérdida de presión en la primera válvula pasiva 19.

De manera similar a la primera realización, por lo tanto, la unidad de accionamiento 1B puede generar empuje tanto en la dirección de expansión como en la dirección de contracción, y el empuje puede ser controlado fácilmente incluso sin el uso de una válvula de descarga variable.

En otras palabras, del mismo modo que en la unidad de accionamiento 1B, proporcionando a la primera, la segunda y la tercera válvula pasiva 19, 23, 25 características de caudal de presión según las cuales la pérdida de presión se determina sin ambigüedad respecto al caudal que pasa a través las válvulas, la presión en el cilindro 2 puede controlarse regulando la cantidad de descarga de la bomba 12 sin el uso de una válvula de descarga variable y, en consecuencia, pueden conseguirse unas reducciones de tamaño y coste.

Además, en la unidad de accionamiento 1B, la característica de presión-caudal sintetizada de la segunda válvula pasiva 23 y la tercera válvula pasiva 25 se establece de manera que la pérdida de presión respecto al caudal que pasa a través de las válvulas es mayor que la de la primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19, y el primer conducto de descarga 18 en el cual está dispuesta la primera válvula pasiva 19 puede bloquearse. Por lo tanto, la característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 puede establecerse a una característica óptima para obtener una característica de amortiguación deseada (variación de la fuerza de amortiguación respecto a la velocidad del pistón) en la unidad de accionamiento 1B. Por ejemplo, si la característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva 19 es una característica tal como la mostrada por la línea continua F1 en la figura 2 y se hace que la unidad de accionamiento 1B genere un empuje (es decir, que funcione como un accionador), la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede establecerse a la presión objetivo con una pequeña cantidad de descarga de la bomba 12 bloqueando el primer conducto de descarga 18. Además, la velocidad de variación de la velocidad del motor puede reducirse para permitir una mejora en la capacidad de respuesta, puede mejorarse la durabilidad de la bomba 12 y puede suprimirse el ruido de la bomba 12. Además, si la unidad de accionamiento 1B se hace funcionar como amortiguador, la característica de amortiguación deseada puede obtenerse comunicando el primer conducto de descarga 18.

Por lo tanto, regulando la cantidad de descarga de la bomba 12 utilizando la primera, la segunda y la tercera válvula pasiva 19, 23, 25 para controlar la presión en el cilindro 2, puede obtenerse fácilmente la característica de amortiguación deseada.

Además, en la unidad de accionamiento 1B, la tercera válvula pasiva 25 está constituida por una válvula de descarga y, por lo tanto, la presión en la cámara del lado del vástago 5 cuando se bloquea el primer conducto de descarga 18 puede mantenerse menor que la presión cuando el par del motor 15 es máximo. En consecuencia,

puede evitarse una situación en la que el par excede el par del motor 15 cuando se envía un comando de empuje elevado de manera que el motor 15 se bloquea.

5 Además, en la unidad de accionamiento 1B, de manera similar a la unidad de accionamiento 1A, la segunda válvula pasiva 23 está constituida por un orificio, y se dispone una zona de orificios. Por lo tanto, cuando se hace que la unidad de accionamiento 1B funcione como actuador, la velocidad de giro del motor 15 puede mantenerse a cero o mayor de cero. Por lo tanto, puede suprimirse un aumento del consumo de energía y una reducción de la vida útil del cojinete debido a una repetida detención y aceleración del motor 15.

10 Además, igualmente en la unidad de accionamiento 1B, la válvula de retención 17 se encuentra dispuesta en la mitad del conducto de suministro 16 curso abajo de la bomba 12 y, por lo tanto, incluso cuando se hace que la unidad de accionamiento 1B se expanda y se contraiga de manera forzada por una fuerza externa, puede evitarse el contraflujo del aceite de trabajo desde la cámara del lado del vástago 5 a la bomba 12. Como resultado, puede obtenerse un empuje igual o superior al empuje generado de acuerdo con el par del motor 15.

15 Anteriormente se han descrito unas realizaciones de esta invención, pero las realizaciones anteriores son meramente ejemplos de aplicaciones de esta invención, y el alcance técnico de esta invención no está limitado a las constituciones específicas de las realizaciones anteriores.

20 Por ejemplo, en la primera realización, puede utilizarse como segunda válvula pasiva 23 un orificio de ventilación a través del cual pueda salir aire del cilindro 2. En la segunda realización, es difícil utilizar un orificio de ventilación a través del cual pueda salir aire del cilindro 2 como la segunda válvula pasiva 23 y, por lo tanto, a la configuración descrita anteriormente puede añadirse un orificio de salida de aire a través del cual pueda salir aire.

25 Además, en un caso en el que el empuje de la unidad de accionamiento 1A, 1B se controla a un valor deseado regulando la presión en la cámara del lado del vástago 5 a través del control del par del motor 15, la segunda válvula pasiva 23 puede estar constituida por una válvula de descarga configurada de manera similar a la tercera válvula pasiva 25, y no dispuesta paralela al orificio. En este caso, sin embargo, es difícil realizar el control en una zona en un par de arranque de la bomba 12 o por debajo del mismo.

30 Además, en la primera realización, el segundo conducto de descarga 22 normalmente es comunicativo. En cambio, puede disponerse una válvula de apertura/cierre en el segundo conducto de descarga 22 como válvula de conmutación. En este caso, la válvula de apertura/cierre puede comunicar el segundo conducto de descarga 22 cuando se hace que la unidad de accionamiento 1A funcione como actuador y comunica o bloquea el segundo conducto de descarga 22 cuando la unidad de accionamiento 1A se hace funcionar como amortiguador.

35 Además, en un caso en el que tanto el primer conducto de descarga 18 como el segundo conducto de descarga 22 se comunican cuando la unidad de accionamiento 1A se hace funcionar como amortiguador, como en la primera realización, la pérdida de presión generada por la primera válvula pasiva 19 puede regularse para que sea idéntica a la pérdida de presión generada por la segunda válvula pasiva 23. En este caso, cuando la unidad de accionamiento 1A se hace funcionar como actuador, la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede regularse a la presión objetivo con una pequeña cantidad de descarga de la bomba 12 bloqueando el primer conducto de descarga 18. Cuando se dispone una válvula de apertura/cierre tanto en el primer conducto de descarga 18 como en el segundo conducto de descarga 22 como válvula de conmutación y la unidad de accionamiento se hace funcionar como accionador, la presión en la cámara del lado del vástago 5 puede regularse a la presión objetivo con una pequeña cantidad de descarga de la bomba 12 bloqueando cualquiera de los conductos.

40 Además, en la segunda realización, la válvula de conmutación está constituida por la tercera válvula de apertura/cierre 24 y la cuarta válvula de apertura/cierre 26 pero, tal como se muestra en la figura 7, la válvula de conmutación puede ser una válvula de control de dirección de solenoide 27 que incluya una válvula 27a que presente una primera posición 27b en la cual el primer conducto de descarga 18 esté comunicado y el segundo conducto de descarga 22 esté bloqueado, y una segunda posición 27c en la cual el primer conducto de descarga 18 esté bloqueado y el segundo conducto de descarga 22 esté comunicado, un muelle 27d configurado para empujar la válvula 27a para adoptar la primera posición 27b y un solenoide 27e que, cuando se activa, conmuta la válvula 27a a la segunda posición 27c contra el muelle 27d.

45 Además, en las realizaciones anteriores, se utilizan válvulas de solenoide como primera, segunda, tercera y cuarta válvula de apertura/cierre 9, 11, 24, 26, pero pueden utilizarse, en cambio, válvulas distintas de las válvulas de solenoide, tales como válvulas mecánicas.

60 Esta solicitud reivindica prioridad basada en la solicitud de patente japonesa nº 2013-035238 presentada en la oficina de patentes japonesa el 26 de febrero de 2013.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de accionamiento que comprende:

- 5 un cilindro (2);
 un pistón insertado de manera deslizante en el cilindro (2), definiendo el pistón una cámara del lado del vástago (5) y una cámara del lado del pistón (6) en el cilindro (2);
 un vástago (4) insertado en el cilindro (2) y acoplado al pistón;
 un depósito (7);
- 10 una primera válvula de apertura/cierre (9) dispuesta en un primer conducto (8) que comunica la cámara del lado del vástago (5) con la cámara del lado del pistón (6);
 una segunda válvula de apertura/cierre (11) dispuesta en un segundo conducto (10) que comunica la cámara del lado del pistón (6) con el depósito (7);
 un conducto de succión (21) configurado para permitir que un fluido de trabajo fluya solamente desde el depósito
- 15 hacia la cámara del lado del pistón (6);
 un conducto de rectificación (20) configurado para permitir que el fluido de trabajo fluya solamente desde la cámara del lado del pistón (6) hacia la cámara del lado del vástago (5);
 una bomba (12) configurada para suministrar el fluido de trabajo a la cámara del lado del vástago (5);
 un motor (15) configurado para accionar la bomba (12);
- 20 un primer conducto de descarga (18) y un segundo conducto de descarga (22) que comunican respectivamente la cámara del lado del vástago al depósito (7); y
 una primera válvula pasiva (19) dispuesta en el primer conducto de descarga (18), presentando la primera válvula pasiva (19) una primera característica de presión-caudal;
 caracterizada por
- 25 una segunda válvula pasiva (23) dispuesta en el segundo conducto de descarga (22), presentando la segunda válvula pasiva (23) una segunda característica de presión-caudal; y
 una válvula de conmutación (24) configurada para comunicar y bloquear por lo menos uno del primer conducto de descarga (18) y el segundo conducto de descarga (22).
- 30 2. Unidad de accionamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que, cuando la bomba (12) es accionada con una de la primera válvula de apertura/cierre (9) y la segunda válvula de apertura/cierre (11) en una posición de comunicación, la válvula de conmutación (24) bloquea uno del primer conducto de descarga (18) y el segundo conducto de descarga (22), y cuando se detiene el accionamiento de la bomba (12) con la primera válvula de
- 35 apertura/cierre (9) y la segunda válvula de apertura/cierre (11) en una posición de bloqueo, la válvula de conmutación (24) comunica uno del primer conducto de descarga (18) y el segundo conducto de descarga (22).
3. Unidad de accionamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la válvula de conmutación (24) comunica y bloquea por lo menos el primer conducto de descarga (18), y en la que la segunda característica de presión-caudal de la segunda válvula pasiva (23) se establece de manera que una pérdida de presión relativa a un caudal que pasa
- 40 a través de la válvula es mayor que la de la primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva (19).
4. Unidad de accionamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la segunda válvula pasiva (23) está constituida por un orificio.
- 45 5. Unidad de accionamiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, una tercera válvula pasiva (25) dispuesta en el segundo conducto de descarga (22) en paralelo con la segunda válvula pasiva (23), presentando la tercera válvula pasiva (25) una tercera característica de presión-caudal, en el que la válvula de conmutación (24) comunica y bloquea el primer conducto de descarga (18) y el segundo conducto de descarga (22),
- 50 en el que la tercera válvula pasiva (25) está constituida por una válvula de descarga, y en el que la tercera característica de presión-caudal se establece de manera que una pérdida de presión relativa a un caudal que pasa a través de la válvula es mayor que la de la primera característica de presión-caudal de la primera válvula pasiva (19), y de manera que una presión en la cámara del lado del vástago (5) cuando el primer conducto de descarga (18) está bloqueado puede mantenerse menor que la presión en la cámara del lado del vástago (5) cuando un par del motor
- 55 (15) es máximo.
6. Unidad de accionamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la válvula de conmutación (24) es una válvula de solenoide que, cuando no se activa, comunica por lo menos uno del primer conducto de descarga (18) y el segundo conducto de descarga (22).
- 60

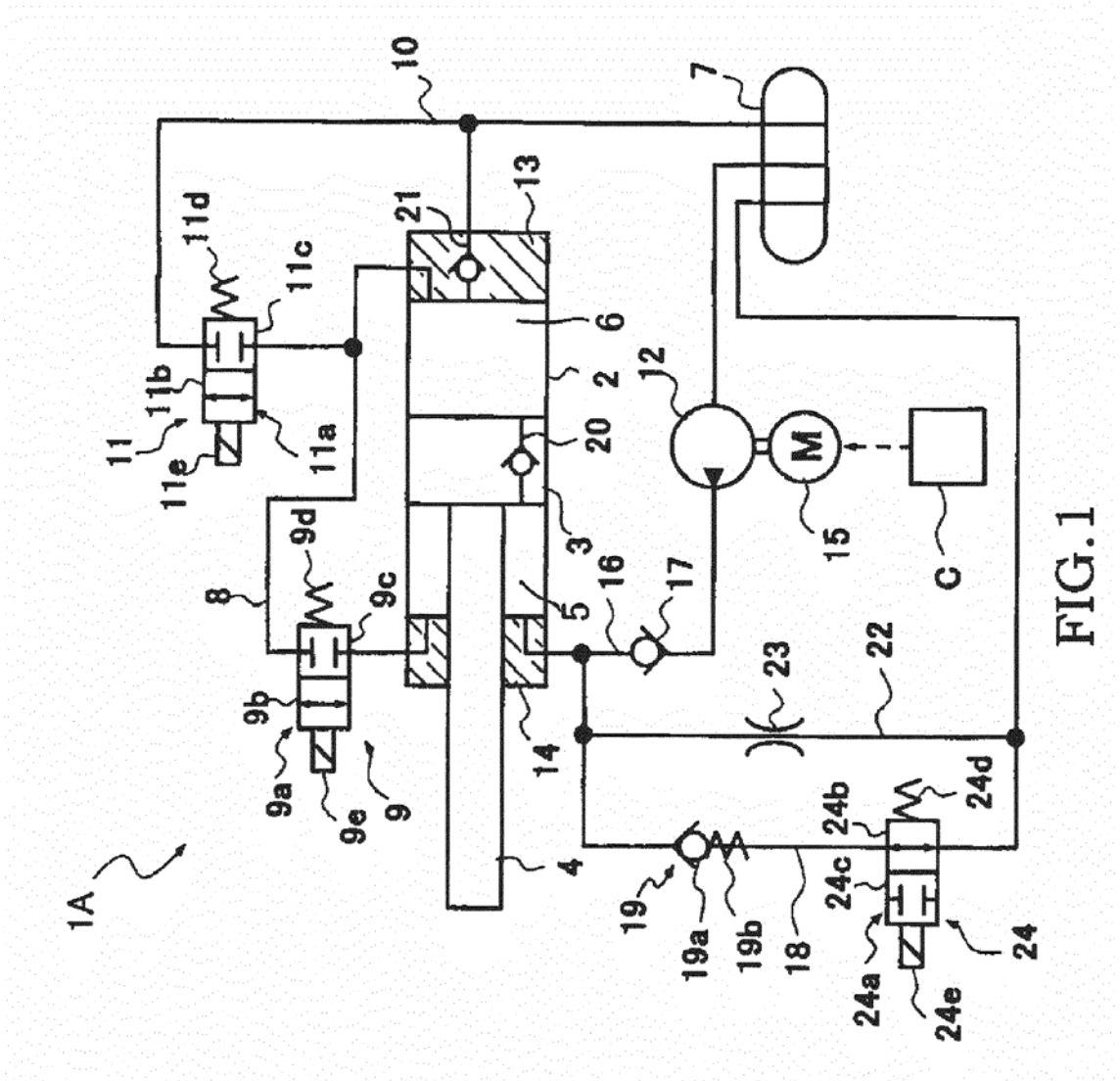


FIG.1

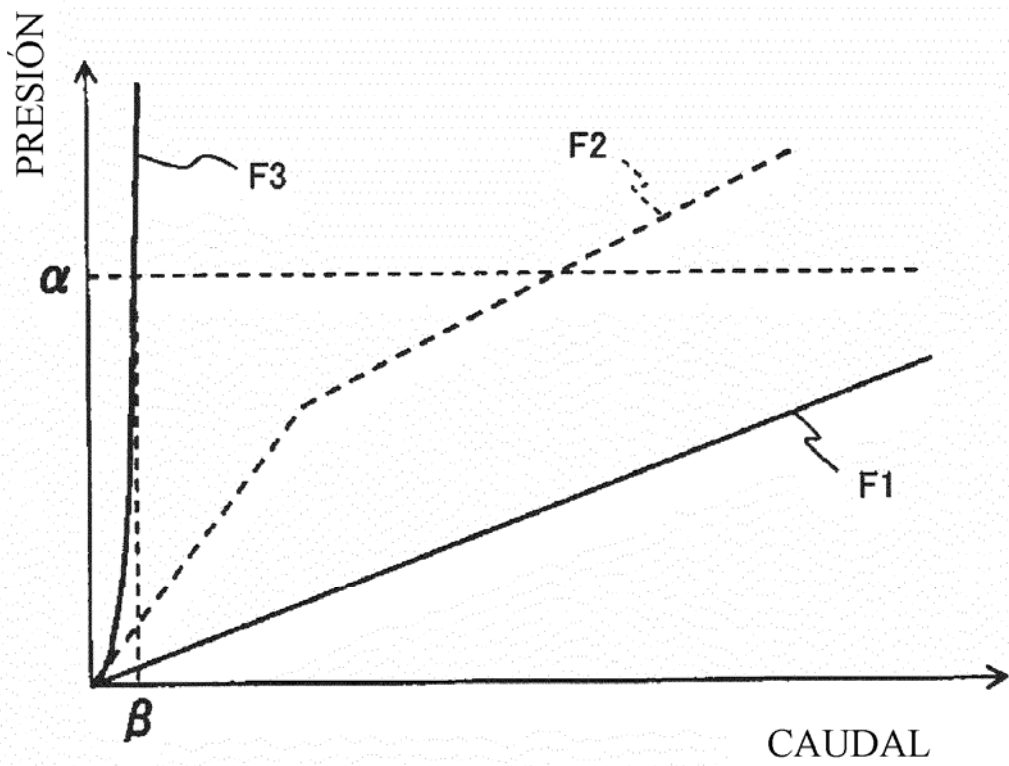


FIG.2

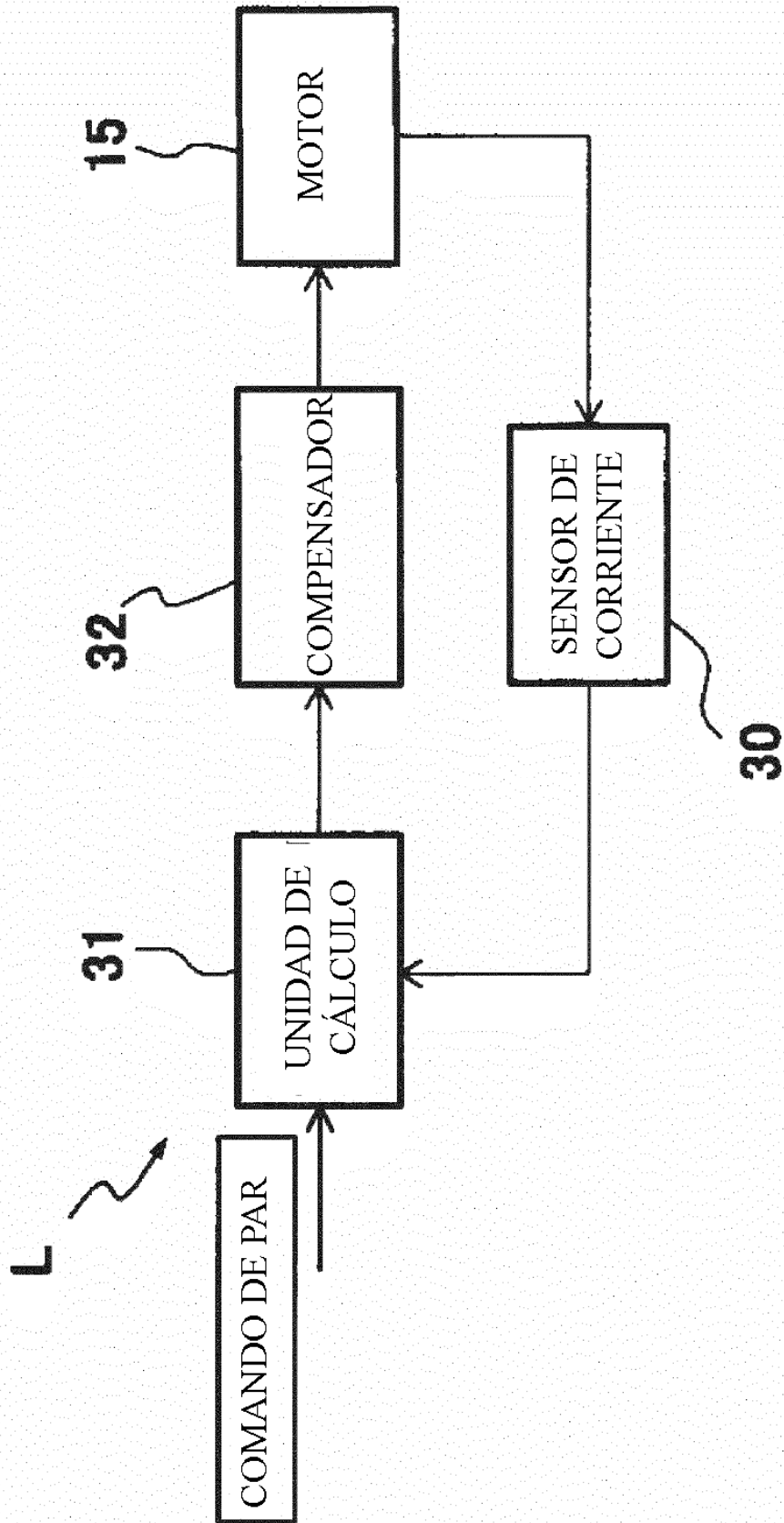


FIG.3

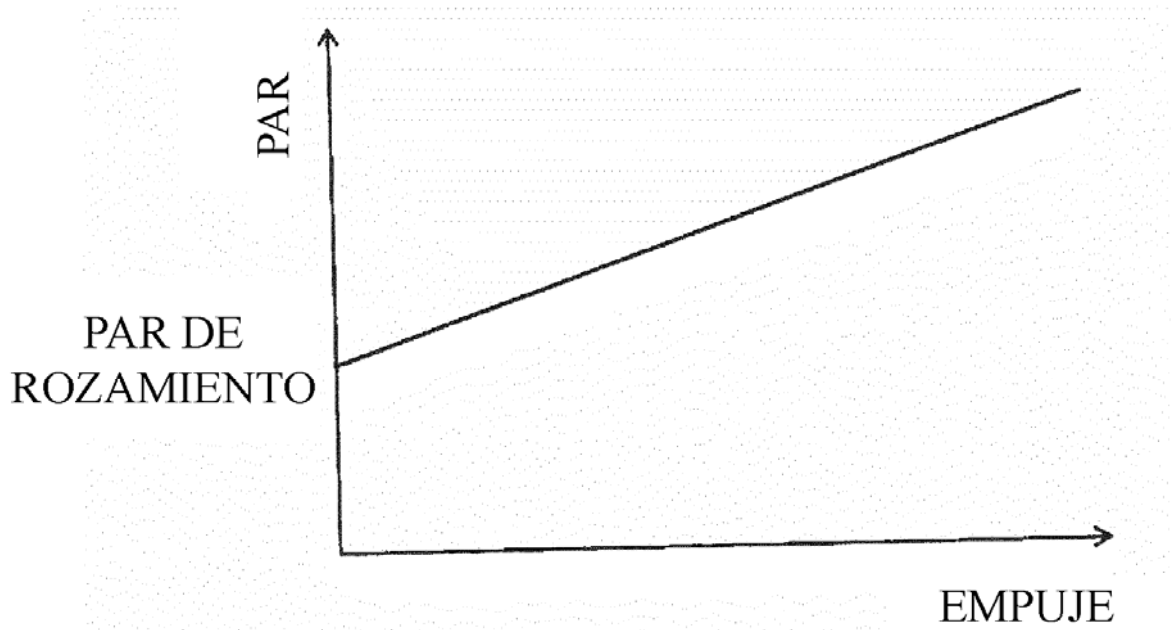


FIG.4

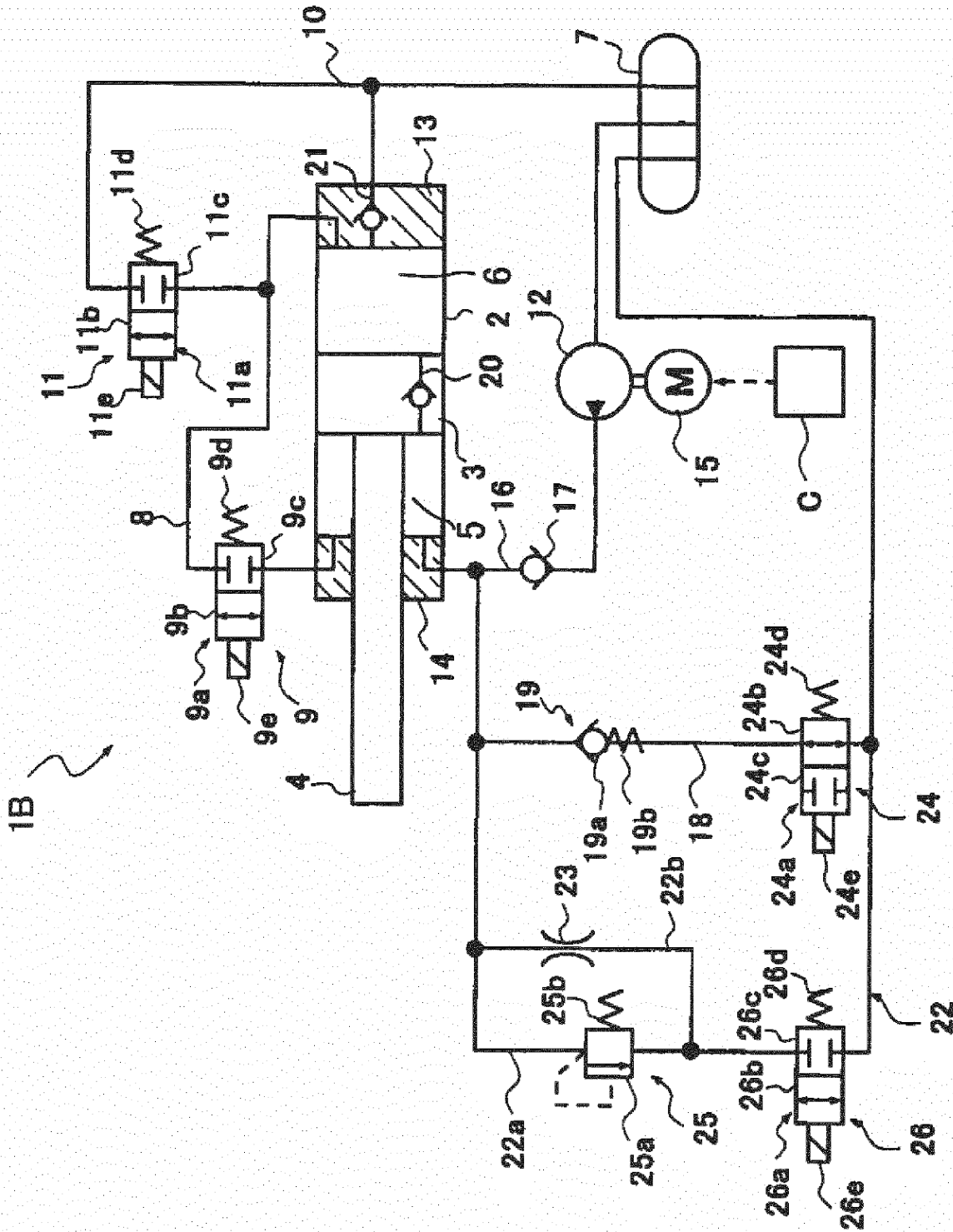


FIG. 5

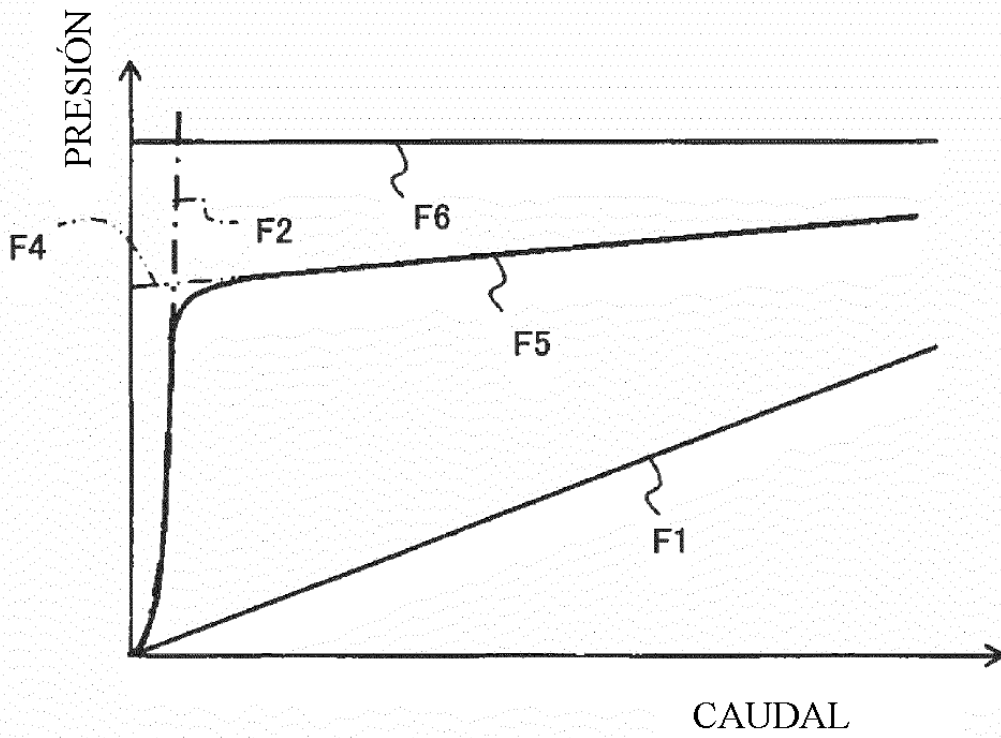


FIG.6

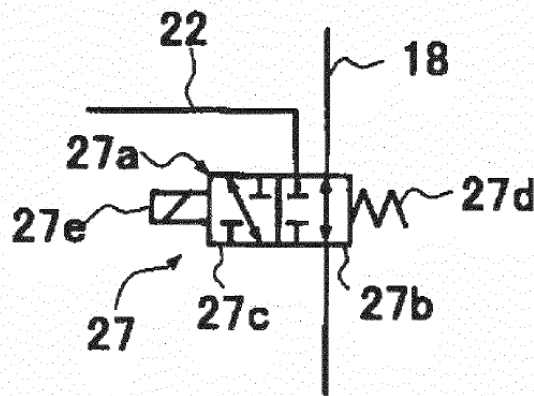


FIG.7

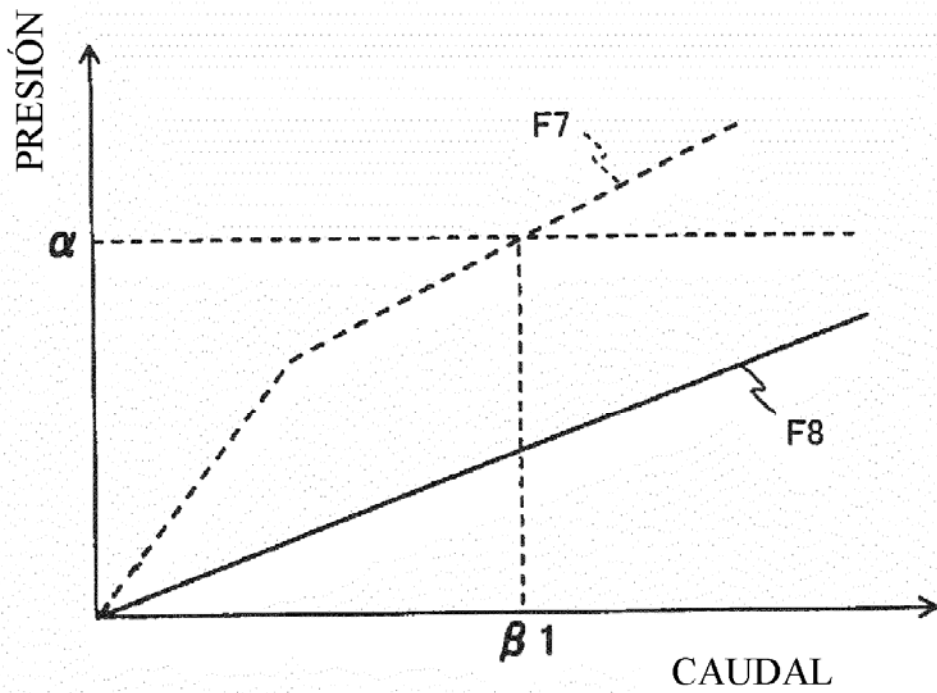


FIG.8