(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 848 577**

(51) Int. CI.:

E02F 9/22 (2006.01)
E21C 27/24 (2006.01)
F15B 11/00 (2006.01)
F15B 11/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2017 PCT/EP2017/054341**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2018 WO18153477**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2017 E 17707021 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2020 EP 3568529**

(54) Título: **Sistema de control hidráulico de regulación para máquina de minería**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.08.2021

(73) Titular/es:

SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB (100.0%)
811 81 Sandviken, SE

(72) Inventor/es:

POGATSCHNIGG, REINHOLD y
UMUNDUM, CHRISTIAN

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Sistema de control hidráulico de regulación para máquina de minería

Campo de la invención

Un sistema hidráulico para proporcionar el accionamiento de un elemento mecánico, y en particular, aunque no de forma exclusiva, a un sistema hidráulico que tenga un actuador con control de regulación independiente.

Antecedentes de la técnica

Los conjuntos de válvulas de regulación independientes (IMV) se han utilizado para el control hidráulico de los actuadores de la maquinaria pesada que actúan sobre las palas de excavación, las excavadoras y similares. Normalmente, un montaje IMV recibe fluido hidráulico presurizado desde una bomba y se acopla en comunicación fluida con un actuador de carga hidráulico tal como un cilindro hidráulico que se enlaza mecánicamente a un actuador mecánico, por ejemplo, pala cargadora, brazo mecánico, etc. Tradicionalmente, un conjunto IMV incluye cuatro válvulas que se pueden controlar de forma independiente en las que un primer par se acopla con una primera cámara (extremo delantero) del cilindro y un segundo par se acopla con una segunda cámara (extremo del vástago) de tal manera que el flujo de fluido hidráulico selectivo entre los respectivos pares de válvulas proporciona bien una extensión o bien una retracción del vástago del cilindro. Normalmente, las válvulas del conjunto IMV se controlan eléctricamente de forma independiente y se configuran para recibir señales de entrada desde uno o más detectores proporcionados en el circuito hidráulico.

El documento US 2013/0081383 describe un sistema hidráulico en el que una bomba de desplazamiento variable se conecta en circuito cerrado a actuadores lineales primero y segundo que operan para manipular una pluma giratoria de una máquina excavadora.

El documento US 2003/0106423 describe un sistema de control de fluido que puede funcionar tanto en un modo de función independiente como en un modo de función regenerativa.

El documento US 2002/0148223 describe un sistema hidráulico que tiene un conjunto IMV acoplado a una primera y una segunda carga hidráulica tal como un cilindro o motor de fluido que acciona un ventilador o similar.

Sin embargo, las disposiciones convencionales ofrecen un control limitado de la velocidad, la presión y la dirección del flujo de fluido a través del circuito, lo que a su vez limita el rango de funcionalidad del sistema hidráulico y de acuerdo con el actuador mecánico. Por consiguiente, lo que se requiere es un sistema hidráulico que resuelva estos problemas.

Resumen de la invención

Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar un sistema hidráulico que se pueda conectar de forma fluida a un actuador de forma que proporcione una amplia gama de propiedades dinámicas (ajustables), incluyendo en particular la fuerza de carga, la velocidad de movimiento, el control preciso de posición estático y en movimiento en respuesta a fuerzas de carga estáticas y/o dinámicas externas. Otro objetivo específico es proporcionar un sistema hidráulico adecuado para controlar un elemento de accionamiento mecánico tal como una pluma, un brazo, una conexión u otro elemento asociado con maquinaria pesada tal como una excavadora, una máquina de minería u otro aparato de procesamiento en masa.

Un objetivo específico es proporcionar un sistema hidráulico para una máquina de minería de corte y en particular una máquina de minería de socavado que pueda controlar el accionamiento de uno o más brazos de soporte giratorios de la máquina que montan uno o varios cabezales de corte.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un sistema hidráulico que tiene un conjunto de válvulas de regulación independientes (IMV) en el que las válvulas medidoras a la entrada y a la salida controladas eléctricamente se configuran para controlar un actuador mecánico (tal como un brazo cortador) para proporcionar un movimiento preciso y un posicionamiento estático del actuador mecánico tanto cuando el actuador no se carga externamente (aparte de por la gravedad) como en respuesta a fuerzas de carga estáticas y/o dinámicas externas. El presente sistema hidráulico se adapta en concreto para la variación de la velocidad de accionamiento y la fuerza con la que se proporciona el accionamiento. Por ejemplo, y en un modo de funcionamiento, los cilindros de accionamiento hidráulicos, controlados por el presente sistema hidráulico, se pueden mantener en una configuración relativamente "*rígida*" de forma que puedan soportar fuerzas de carga significativas, por ejemplo, cuando el brazo cortador se encuentra en un modo de corte, manteniendo al mismo tiempo la posición o siendo accionado al mismo tiempo para proporcionar el giro del brazo cortador contra los estratos de roca, por ejemplo, movimiento lateral hacia adentro y hacia afuera con respecto a un cuerpo principal de la máquina de procesamiento en masa. En otro modo de funcionamiento, los cilindros de accionamiento hidráulicos, se pueden controlar para proporcionar un movimiento rápido del brazo cortador cuando no está cargado, por ejemplo, cuando el brazo cortador se encuentra en modo de reposo (no de corte).

El presente sistema hidráulico tiene la ventaja de proporcionar una regulación independiente de los actuadores mecánicos móviles, tales como los brazos de soporte giratorios de las máquinas de corte u otras máquinas de minería y otros aparatos de procesamiento en masa. En particular, la invención en estudio proporciona el control de uno o varios actuadores de carga hidráulicos (por ejemplo, cilindros hidráulicos) de acuerdo con diferentes modos de funcionamiento tales como un modo "*de corte*" y un modo "*de reposo*". En el modo de corte el sistema se configura para controlar el actuador hidráulico para lograr una velocidad o movimiento lento con una alta resistencia a la fuerza de carga (es decir, una mayor "*rigidez"* relativa del actuador) y en el modo de corte para lograr una velocidad o movimiento rápido con una baja resistencia a la fuerza de carga (es decir, una menor "*rigidez*" relativa del actuador) por medio del mismo conjunto independiente IMV. Por consiguiente, la invención en estudio se optimiza para maximizar la eficiencia de una máquina de minería de forma que sea capaz de obtener una velocidad y una presión de flujo de fluido deseadas que se puedan ajustar de forma proporcional para proporcionar un funcionamiento de acuerdo con los modos de corte y de reposo en el que al menos un actuador mecánico se pueda desplazar con una amplia gama de velocidades de movimiento y contra una amplia gama de fuerzas externas (movimiento-fuerzas resistivas).

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema hidráulico para controlar al menos dos actuadores hidráulicos, comprendiendo el sistema: una bomba; un primer y un segundo actuador hidráulico; un conjunto de válvulas de control de regulación que tiene varias válvulas electrohidráulicas, una entrada conectada de forma fluida a la bomba y una salida conectada de forma fluida a un drenaje o depósito, conectado de forma fluida el conjunto de válvulas de control de regulación al primer actuador hidráulico; conectado de forma fluida un conjunto de válvulas de transmisión que tiene una válvula controlable de forma electrónica para proporcionar control de pilotaje de una primera y una segunda válvula lógica, conectadas de forma fluida las válvulas lógicas primera y segunda al conjunto de válvulas de control de regulación; y conectado de forma fluida el segundo actuador hidráulico al conjunto de válvulas de control de regulación por medio de las válvulas lógicas primera y segunda.

Preferiblemente, la bomba es una bomba de desplazamiento variable. Opcionalmente, la bomba puede comprender una bomba constante u otras configuraciones de bomba según se apreciarán por los expertos en la técnica.

La referencia dentro de esta memoria descriptiva a un "*actuador hidráulico*" abarca un componente hidráulico que tiene un cuerpo o carcasa principal y al menos un elemento móvil que se puede mover con respecto al cuerpo o carcasa. El término actuador hidráulico incluye un cilindro hidráulico tal como un actuador lineal que tiene un cuerpo cilíndrico que define cámaras internas separadas por un pistón con el pistón acoplado a un eje o brazo extensible y retráctil. Opcionalmente, el actuador hidráulico comprende un motor hidráulico.

Preferiblemente, el sistema comprende al menos cuatro válvulas electrohidráulicas en las que un primer par de dichas válvulas se conecta de forma fluida a la entrada y un segundo par de dichas válvulas se conecta de forma fluida a la salida. Una disposición de este tipo tiene la ventaja de proporcionar control selectivo de la velocidad y la presión del flujo de fluido hacia y desde el actuador, de forma que proporciona un control correspondiente del movimiento o posición de al menos las partes del actuador.

El sistema comprende un primer y un segundo conducto que conectan de forma fluida el primer actuador hidráulico y el conjunto de válvulas de transmisión a las válvulas electrohidráulicas; y un tercer y un cuarto conducto que conectan de forma fluida el segundo actuador hidráulico a las válvulas lógicas primera y segunda respectivamente. Preferiblemente, el primer actuador hidráulico se acopla directamente al conjunto de válvulas de transmisión y, en particular, a las válvulas electrohidráulicas por medio de los conductos primero y segundo. Opcionalmente, el segundo actuador hidráulico se acopla a las válvulas lógicas directamente por medio de los conductos tercero y cuarto. Una disposición de este tipo mantiene al mínimo el número de componentes dentro del sistema para facilitar el mantenimiento y la eficiencia.

Preferiblemente, el sistema comprende al menos uno o varios detectores que incluyen en particular detectores de flujo de fluido que proporcionan supervisión, salida y control de respuesta de la presión del fluido y la velocidad de flujo (caudal) dentro del sistema. Opcionalmente, los detectores se pueden colocar en las válvulas, los conductos y/o los actuadores hidráulicos.

Opcionalmente, el primer actuador hidráulico se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación sin conexión fluida por medio de las válvulas lógicas primera y segunda y el segundo actuador hidráulico se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación por medio de las válvulas lógicas primera y segunda. Preferiblemente, el primer actuador hidráulico se acopla directamente al conjunto de válvulas de control de regulación y el segundo actuador hidráulico se acopla directamente al conjunto de válvulas de transmisión. De este modo, la velocidad del flujo de fluido y la presión del fluido se pueden regular exclusivamente por medio del control del conjunto de válvulas de control de regulación sin que el fluido sea dirigido por medio del conjunto de válvulas de transmisión.

Preferiblemente, el sistema comprende además una primera válvula lógica flotante conectada de forma fluida al segundo actuador hidráulico para permitir la transferencia de fluido entre las regiones del segundo actuador hidráulico cuando se opera en un primer modo.

Preferiblemente, el sistema comprende además al menos un actuador hidráulico adicional (es decir, el tercero) conectado de forma fluida a las válvulas lógicas primera y segunda por medio de los conductos tercero y cuarto respectivamente.

Preferiblemente, la válvula controlable de forma electrónica es una válvula de control de solenoide.

Preferiblemente, los actuadores hidráulicos segundo y/o tercero se conectan de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación por medio de las válvulas lógicas primera y segunda. Preferiblemente, el sistema comprende además una segunda válvula lógica flotante. Las válvulas lógicas flotantes se acoplan directamente a los respectivos actuadores hidráulicos segundo y tercero de forma que se minimiza la longitud de la trayectoria del flujo de fluido entre las regiones (es decir, las cámaras internas) de los actuadores cuando se operan en el primer modo. Preferiblemente, las válvulas lógicas flotantes se pilotan por medio del conjunto de válvulas de transmisión y, en particular, por medio de la válvula controlable de forma electrónica (es decir, la válvula de control de solenoide). Preferiblemente, las válvulas lógicas flotantes se conectan a la válvula controlable de forma electrónica por medio del mismo circuito de control de pilotaje del fluido que las válvulas lógicas del conjunto de válvulas de transmisión. Por consiguiente, la válvula controlable de forma electrónica se configura para proporcionar el control de todas las válvulas lógicas dentro del sistema.

Opcionalmente, el sistema comprende además una válvula reductora/aliviadora de presión conectada de forma fluida a una válvula lógica auxiliar, la válvula reductora/aliviadora de presión conectada de forma fluida a la bomba y la válvula lógica auxiliar conectada de forma fluida al menos al segundo actuador hidráulico. Preferiblemente, la válvula lógica auxiliar se conecta de forma fluida al segundo actuador hidráulico por medio del tercer conducto. Preferiblemente, la válvula reductora/aliviadora de presión y la válvula lógica auxiliar se acoplan al drenaje o depósito de forma que proporcionen una mayor regulación de la presión del fluido en los actuadores hidráulicos y en particular para evitar la cavitación.

Preferiblemente, los actuadores hidráulicos comprenden cilindros hidráulicos que tienen una primera cámara y una segunda cámara, conectada de forma fluida cada cámara respectiva al conjunto de válvulas de control de regulación. Cuando el conjunto comprende válvulas lógicas flotantes, estas válvulas lógicas se acoplan a cada una de las cámaras primera y segunda de tal manera que cuando se activan mediante la vávula controlable de forma electrónica, al menos algunos de los actuadores hidráulicos son capaces de operar en un "modo flotante". Una configuración de este tipo tiene ventajas para controlar el número de actuadores hidráulicos "*activados positivamente*" dentro del sistema, con al menos un actuador hidráulico que se activa positivamente mediante el conjunto de válvulas de control de regulación y al menos algunos de los actuadores hidráulicos flotantes o en reposo cuando no se les suministra fluido desde el conjunto de válvulas de control de regulación.

Preferiblemente, las válvulas electrohidráulicas se controlan de forma eléctrica y de forma independiente unas de otras. Más preferiblemente, la válvula controlable de forma electrónica (es decir, la válvula de control de solenoide) se controla de forma eléctrica y de forma independiente de las válvulas electrohidráulicas. Cada una de las válvulas electrohidráulicas y la válvula de control de solenoide pueden comprender detectores de velocidad y caudal de fluido adecuados que a su vez se acoplan o proporcionan comunicación por cable o inalámbrica con un control externo tal como un ordenador, una red, un ordenador remoto, un servicio basado en un procesador o un servidor.

Preferiblemente, el sistema comprende tres cilindros hidráulicos que tienen cada uno una primera cámara y una segunda cámara en donde cada una de las cámaras primera y segunda de un primer cilindro se conectan de forma fluida directamente a las válvulas electrohidráulicas del conjunto de válvulas de control de regulación y cada una de las cámaras primera y segunda de un segundo y tercer cilindro se conectan de forma fluida a las válvulas electrohidráulicas del conjunto de válvulas de control de regulación por medio de las válvulas lógicas del conjunto de válvulas transmisión. Un sistema de este tipo es particularmente adecuado para controlar un brazo de soporte giratorio de una máquina de procesamiento en masa tal como una máquina de minería de socavado.

Opcionalmente, las válvulas electrohidráulicas pueden comprender una cualquiera o una combinación de válvulas de solenoide proporcionales, válvulas de control direccional o servoválvulas. Dentro de esta memoria descriptiva, la referencia a las válvulas electrohidráulicas abarca los tipos de válvulas configuradas para controlar la dirección del flujo, el volumen del flujo y la presión del fluido por medio del control de señales eléctricas de los componentes móviles (es decir, los carretes) dentro de las válvulas. Dichas válvulas pueden funcionar utilizando corriente alterna o continua.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de accionamiento de forma mecánica que tiene un elemento móvil controlado mediante al menos un actuador hidráulico del sistema hidráulico según se reivindica en la presente memoria.

Preferiblemente, el aparato de accionamiento de forma mecánica es una máquina de minería de socavado y el elemento móvil es un brazo de soporte que monta al menos un cabezal de corte. Preferiblemente, el sistema hidráulico se configura para controlar un giro del brazo al menos en una dirección de forma lateral hacia adentro y hacia afuera con respecto a un cuerpo o chasis principal de la máquina de minería. De forma opcional, adicional o alternativa, el sistema hidráulico se puede configurar para controlar un giro del brazo en un plano vertical (dirección hacia arriba y hacia abajo).

Breve descripción de los dibujos

Una implementación específica de la presente invención se describirá a continuación, sólo a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina de minería de socavado móvil adecuada para crear túneles y caminos subterráneos que tienen un par de brazos de corte giratorios montados en el frente, cada uno de los cuales monta un conjunto de unidades cortadoras de rodillos en donde cada uno de los brazos cortadores se controla mediante actuadores hidráulicos que, a su vez, se controlan mediante un sistema hidráulico de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema de control hidráulico implementado para controlar el movimiento de un actuador para un movimiento rápido y con baja resistencia de fuerza externa en una primera dirección de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un sistema de control hidráulico implementado para controlar el movimiento de un actuador para un movimiento rápido y con baja resistencia de fuerza externa en una segunda dirección de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 4 es una ilustración esquemática de un sistema de control hidráulico implementado para controlar el movimiento de un actuador para movimiento lento y con alta resistencia de fuerza externa en una primera dirección de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 5 es una ilustración esquemática de un sistema de control hidráulico implementado para controlar el movimiento de un actuador para movimiento lento y con alta resistencia de fuerza externa en una segunda dirección de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 6 es una ilustración esquemática de un sistema hidráulico de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención que comprende tres actuadores hidráulicos implementados para controlar el movimiento de un actuador para un movimiento lento y con una alta resistencia de fuerza externa en una primera dirección.

Descripción detallada de la forma de realización preferida de la invención

Un sistema hidráulico de acuerdo con la presente invención tiene la capacidad de proporcionar regulación independiente para el movimiento controlado y el posicionamiento estático de actuadores hidráulicos que a su vez se acoplan a elementos mecánicos tales como brazos giratorios y similares. Una implementación específica del presente sistema hidráulico se describe con referencia al movimiento y al control de posición de los brazos de corte giratorios de una máquina de minería de socavado. En particular, el presente sistema hidráulico proporciona una configuración para cambiar los modos de operación del movimiento de los brazos de corte entre, por ejemplo, un modo de corte en el que un brazo se controla para que se mueva a baja velocidad y con una alta resistencia a la fuerza de carga externa y un modo de reposo en el que un brazo se controla para que se mueva a alta velocidad y con una baja resistencia a la fuerza de carga externa por medio del mismo sistema hidráulico.

Con referencia a la Figura 1, el aparato de corte 10 se configura para cortar en la roca dentro de un entorno de minería para crear derivaciones, caminos subterráneos y similares de forma que se forme una red de minas subterráneas. El aparato 10 se configura para el funcionamiento en un modo de socavado en el que varias unidades cortadoras de rodillos giratorios 13 se pueden forzar dentro de la roca para crear una ranura o canal y a continuación se pueden girar verticalmente hacia arriba de forma que se supere la fuerza de tracción reducida inmediatamente por encima del canal y romper la roca. Por consiguiente, el aparato de corte 10 se optimiza para el avance hacia adelante en la roca utilizando menos fuerza y energía que la que normalmente se requiere para los cortadores de tipo de compresión convencionales que utilizan brocas de corte o picos montados en cabezales giratorios.

El aparato 10 comprende un bastidor principal 11a (o chasis) que monta un patín 11b que se puede deslizar hacia adelante y hacia atrás a lo largo de una región delantera del patín 11a. Un par de brazos de soporte 12 se montan en una región delantera del patín 11b y se configuran con piezas para girar de forma independiente por medio de un eje de giro generalmente horizontal y un eje de giro generalmente vertical. Un cabezal de corte 15 respectivo se monta en el extremo distal de cada brazo 12 y mediante rotación sobre los respectivos ejes de giro horizontal y vertical se puede levantar en un plano vertical (arriba y abajo) y se puede girar de forma lateral en un plano horizontal (de lado a lado). Cada cabezal de corte 15 monta varias unidades de corte 13, con cada unidad 13 que monta con capacidad de giro un anillo cortador 14 respectivo (de otra manera denominado como un cortador de rodillo). Según se apreciará, el aparato 10 comprende además componentes adicionales asociados con el aparato de socavado convencional que incluyen en particular un motor eléctrico, patas de gato, pistas etc.

El movimiento de giro lateral de cada brazo 12 se proporciona mediante el accionamiento selectivo de un primer par de cilindros hidráulicos montados externamente 16, 17 y un cilindro hidráulico montado internamente 18, estando cada uno de los tres cilindros configurado para controlar uno de los dos brazos por medio de extensión y retracción lineal de los ejes del pistón, como se apreciará.

Las Figuras 2 a 5 ilustran una primera forma de realización de la invención en estudio configurada para proporcionar el control de accionamiento de dos cilindros hidráulicos 16, 18. La Figura 6 ilustra otra forma de realización adicional configurada para el control de tres cilindros hidráulicos 16, 17, 18 ilustrados a modo de ejemplo para controlar cada brazo 12 de la máquina de minería de la Figura 1. Con referencia a la forma de realización de las Figuras 2 a 5, el sistema hidráulico comprende una bomba de desplazamiento variable 21 conectada de forma fluida a un drenaje o depósito 20. El conjunto de válvulas de control de regulación 22 se conecta de forma fluida a la bomba 21 por medio de un conducto de entrada 43. El conjunto de válvulas de control de regulación 22 también se conecta de forma fluida a un drenaje o depósito 20 por medio de un conducto de salida 44.

El conjunto de válvulas 22 comprende cuatro válvulas electrohidráulicas implementadas como válvulas de solenoide proporcionales 29, 30, 31, 32 conectadas de forma fluida entre sí, extendiéndose los conductos de entrada y salida 43, 44 y un primer 40 y un segundo 41 conducto desde el conjunto 22 para proporcionar una conexión fluida con el actuador hidráulico 16. Según se ilustra, el actuador 16 comprende una carcasa cilíndrica que monta un pistón 35 acoplado a un vástago o eje de pistón 34 con capacidad de extensión y retracción lineal desde la carcasa del cilindro. Las cámaras internas primera y segunda 36a, 36b se dividen por el pistón 35 con cada cámara 36a, 36b acoplada respectivamente a los conductos 41, 40 y a su vez al conjunto de válvulas de control de regulación 22. Los conductos primero y segundo 40, 41 se colocan en conexión fluida con las válvulas de solenoide proporcionales 29, 30, 31, 32 en una posición (en conexión fluida) entre los respectivos pares de válvulas 29, 32 y 30, 31. Es decir, cada una de las válvulas solenoides proporcionales 29 a 32 se conecta de forma fluida juntas en un bucle con los conductos primero y segundo 40, 41 acoplados de forma fluida a regiones en lados opuestos del bucle.

El sistema hidráulico comprende además un conjunto de válvulas de transmisión 23 que comprende un par de válvulas lógicas 26, 27, una válvula de control de solenoide 24, una válvula reductora/aliviadora de presión 28 y una válvula lógica auxiliar 25. La válvula de control de solenoide 24 se conecta de forma fluida por medio del conducto de pilotaje 46 a las válvulas lógicas 26, 27 y también se conecta de forma fluida a la bomba 21 por medio del conducto de alimentación 45. La válvula lógica 26 se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación 22 por medio del primer conducto 40 y la segunda válvula lógica 27 se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación 22 por medio del segundo conducto 41. La válvula reductora/aliviadora de presión 28 se conecta de forma fluida a las válvulas lógicas primera, segunda y auxiliar 25, 26, 27 por medio de un conducto reductor/aliviador 38, con la válvula 28 que también se acopla de forma fluida a la bomba 21 por medio del conducto de alimentación 45.

El segundo actuador hidráulico 18 comprende la misma configuración que el primer actuador 16 y se acopla en conexión fluida al conjunto de válvulas de transmisión 23 por medio de un tercer conducto 42 y un cuarto conducto 48. El tercer conducto 42 proporciona una conexión fluida entre la primera cámara del segundo actuador 36a y la primera válvula lógica 26 y el cuarto conducto 48 proporciona una conexión fluida entre la segunda cámara del segundo actuador 36b y la segunda válvula lógica 27. Una primera válvula lógica flotante 33 se proporciona en el segundo actuador 18 y se acopla para proporcionar un circuito de flujo de fluido entre las cámaras primera y segunda 36a, 36b. La válvula lógica flotante 33 se acopla al conducto de pilotaje 46 de forma que sea pilotado mediante la válvula de control de solenoide 24. La válvula lógica flotante 33 también se acopla a los conductos tercero y cuarto 42, 48. Cada una de las válvulas 24, 25, 26, 27, 28 y 33 se acoplan todas de forma fluida a otro conducto reductor/aliviador 47 que a su vez se conecta de forma fluida al drenaje o depósito 20. Además, la válvula lógica auxiliar 25 se conecta de forma fluida adicionalmente al tercer conducto 42 de forma que se posiciona en una dirección de flujo de fluido intermedia entre la válvula reductora/aliviadora de presión 28 y el segundo actuador 18.

Por consiguiente, el primer actuador 16 se conecta de forma fluida directamente al conjunto de válvulas de control de regulación 22 por medio de los conductos primero y segundo 40, 41. El segundo actuador 18 se acopla indirectamente al conjunto de válvulas de control de regulación 22 por medio del conjunto de válvulas de transmisión 23 y, en particular, la conexión fluida por medio de los conductos tercero y cuarto 42, 48 y las respectivas válvulas lógicas primera y segunda 26, 27 (que a su vez se acoplan a los conductos primero y segundo 40, 41).

De acuerdo con la implementación específica, las válvulas lógicas primera y segunda 26, 27 son "*normalmente abiertas*", la válvula lógica auxiliar 25 es "*normalmente cerrada*" de tal manera que cuando la válvula de control de solenoide 24 es accionada, las válvulas lógicas 26, 27 se cierran mientras que la válvula lógica auxiliar 25 se abre. Por consiguiente, cuando la válvula de control de solenoide 24 se desactiva, las válvulas 26, 27 se abren y la válvula 25 se cierra. Además, la válvula lógica flotante 33 es "*normalmente cerrada*" y como la válvula lógica auxiliar 25, se configura para se abra mediante el accionamiento de la válvula de control de solenoide 24.

La Figura 2 ilustra el control de los cilindros 16 y 18 cuando el aparato 10 (máquina de minería) y, en particular, el brazo 12 está en modo "*de reposo*", de forma que proporciona un movimiento rápido del brazo 12 bajo una baja fuerza de carga externa en una primera dirección de movimiento; la Figura 3 ilustra el funcionamiento del sistema hidráulico con los cilindros 16 y 17 funcionando en el mismo modo de reposo pero en la dirección inversa; la Figura 4 ilustra el control de los cilindros 16 y 18 en un modo de "*corte*" en el que el brazo 12 se mueve lentamente y se mantiene en una configuración más *"rígida"* de forma que soporta una alta fuerza de carga externa que se mueve en una primera dirección y; la Figura 5 ilustra el control de los cilindros 16 y 18 en el mismo modo de "*corte*" de la Figura 4 con el brazo 12 moviéndose en la dirección opuesta con aproximadamente la misma velocidad lenta y un equilibrio de carga

alta similar. La Figura 6 ilustra la forma de realización del presente sistema que controla tres actuadores hidráulicos lineales 16, 17 y 18, según se describirá con más detalle a continuación.

Como se apreciará, las válvulas de solenoide proporcionales 29 a 32 se configuran para regular de forma selectiva la velocidad y la presión del flujo de fluido por medio de controles electrónicos independientes. La configuración del flujo de fluido y del control de la válvula se describen con referencia a la Figura 2 y se apreciará que las correspondientes direcciones del flujo de fluido y las configuraciones de control de la válvula se aplican por igual a los diferentes modos y funcionamiento de los actuadores lineales 16, 18 de acuerdo con la dirección de movimiento deseada de los ejes 34 de acuerdo con las Figuras 3 a 5. Según se ilustra en la Figura 2, el fluido se suministra al conjunto de válvulas de control de regulación 22 por medio de la bomba 21 y el conducto de entrada 43. A continuación, el fluido se suministra a la velocidad y presión deseadas a la segunda cámara del cilindro 36b por medio del primer conducto 40. El fluido de la primera cámara del cilindro 36a se dirige al drenaje o depósito 20 por medio del segundo conducto 41, el conjunto de válvulas de control de regulación 22 y el conducto de salida 44. En esta configuración, el cilindro 16 está "*activo*" mientras que el cilindro 18 se mantiene en modo "*flotante*" sin alimentación de fluido desde el conjunto de válvulas de control de regulación 22. En este modo de funcionamiento, el fluido fluye desde la primera cámara 36a del segundo cilindro 18 hasta la segunda cámara 36b por medio de la válvula lógica flotante 33. El exceso de fluido (debido a la diferencia de tamaño de la cámara) se transfiere desde la primera cámara 36a al conducto reductor/aliviador 47 por medio del tercer conducto 42, la válvula lógica auxiliar 25 y la válvula reductora/aliviadora de presión 28. Este modo de funcionamiento, de acuerdo con la Figura 2, se consigue activando el solenoide 24 para cerrar las válvulas 26, 27 y abrir la válvula 25. En la dirección de flujo inversa ilustrada en la Figura 3, la válvula reductora/aliviadora de presión 28 se controla para proporcionar la dirección de flujo de fluido inversa a través de la válvula lógica auxiliar 25 de forma que proporcione la dirección del flujo de fluido opuesta entre las cámaras primera y la segunda 36a, 36b del segundo cilindro 18. Naturalmente, la dirección inversa del flujo de fluido a través de los conductos primero y segundo 40, 41 se proporciona mediante el control electrónico selectivo de las cuatro válvulas de solenoide proporcionales 29 a 32.

Con referencia a las Figuras 4 y 5, en las que se requiere accionar los cilindros 16 y 18 de acuerdo con el modo de "*corte*" (es decir, con velocidad lenta y alta rigidez/alta resistencia a la fuerza de carga externa) la válvula de control de solenoide 24 se desactiva de forma que permita el flujo de fluido desde el conjunto de válvulas de control de regulación 22 al segundo cilindro 18 por medio de la válvula lógica 26. En esta configuración, el conjunto de válvulas de control de regulación 22 se dota con conexión fluida a ambos cilindros 16, 18 y, en consecuencia, la velocidad y la presión del flujo de fluido se dividen aproximadamente por igual para lograr una mayor resistencia a la fuerza y una velocidad de accionamiento proporcionalmente menor con respecto al modo de funcionamiento "*rápido"* de las Figuras 2 y 3. En una configuración de este tipo, la válvula reductora/aliviadora de presión 28 y la válvula lógica auxiliar 25 se aíslan del flujo de fluido en los conductos primero, segundo, tercero y cuarto 40, 41, 42 y 48.

Los componentes, la construcción y la funcionalidad de la forma de realización de la Figura 6 son los mismos que la forma de realización de las Figuras 2 a 5, salvo por el actuador adicional 17 y la correspondiente válvula lógica flotante adicional 37 (asociada con el actuador 17). Según se ilustra, los actuadores segundo y tercero 18, 17 se conectan de forma fluida por medio de los conductos tercero y cuarto 42, 48 y, en particular, la primera cámara 36a del segundo actuador 18 se acopla a la segunda cámara 36b del tercer actuador 17 por medio del tercer conducto 42 y la segunda cámara 36b del segundo actuador 18 se acopla a la primera cámara 36a del tercer actuador por medio del cuarto conducto 48. Por consiguiente, el exceso de fluido de la primera cámara respectiva 36a se puede transferir a la segunda cámara respectiva 36b del actuador alternativo 18, 17 cuando los actuadores segundo y tercero 18, 17 se operan en modo *"flotante"* o "*de reposo*" y no son accionados directamente por el conjunto de válvulas de control de regulación 22. Al igual que en las Figuras 2 a 5, la regulación de la presión y el caudal de alimentación de fluido a los actuadores segundo y tercero 18, 17 se controla por medio del conjunto de válvulas de control de regulación 22 cuando la válvula de control de solenoide 24 se encuentra desactivada y las válvulas lógicas 26 y 27 están abiertas por defecto. Como se apreciará, el tercer actuador 17 se configura para el mismo movimiento direccional correspondiente del primer actuador 16, de tal manera que los actuadores primero y tercero 16, 17 se emparejan en cuanto al movimiento y el segundo actuador 18 se puede operar en la correspondiente dirección de carrera inversa. Al igual que en las Figuras 2 a 5, ambos de los actuadores segundo y tercero 18, 17 y, en particular, las respectivas cámaras primera y segunda 36a, 36b se acoplan de forma fluida al drenaje o depósito 20 por medio del conducto reductor/aliviador 47, el tercer conducto 42, la válvula lógica auxiliar 25 y la válvula reductora/aliviadora de presión 28, de forma que se proporciona regulación del flujo de fluido dadas las respectivas diferencias de volumen de las cámaras primera y segunda 36a, 36b. Además, y al igual que en la forma de realización de las Figuras 2 a 5, la válvula lógica auxiliar 25 y la válvula reductora/aliviadora de presión asociada 28 pueden suministrar una presión constante a los actuadores segundo y tercero 18, 17 y evitar la cavitación por medio de la conexión fluida al drenaje o depósito 20 por medio del conducto reductor/aliviador 47.

El presente sistema hidráulico proporciona un mecanismo y un método para controlar la velocidad del movimiento de giro de los brazos 12 en la dirección lateral hacia adentro y hacia afuera, además de proporcionar el control de la "*rigidez*" del movimiento y, por lo tanto, una resistencia relativa a la carga externa aplicada a los brazos que resulta principalmente del contacto con los estratos de roca cuando se encuentra en modo de corte. Por ejemplo, y en un modo de funcionamiento rápido, sólo el primer actuador 16 se desplaza de forma positiva mediante el conjunto de válvulas de control de regulación 22 correspondiente a una operación no de corte, ya que el brazo 12 se devuelve a una posición interior.

En un modo de corte, los tres actuadores 16, 17, 18 se desplazan de forma positiva de forma que se distribuya la presión de fluido aplicada desde el conjunto de válvulas de control de regulación 22 y de forma que se proporcione una mayor resistencia a la carga externa ya que las unidades de corte 13 se fuerzan contra los estratos de roca durante el corte. Una carga máxima se encontraría, por ejemplo, cuando el brazo 12 se encuentre completamente extendido (orientado aproximadamente 90° con respecto a la orientación de la Figura 1) por medio del giro del brazo 12 alrededor del eje generalmente horizontal). En una posición de este tipo, las válvulas proporcionales de solenoide 29 a 32 se controlarían de forma que suministrasen la máxima presión a los actuadores 16, 17, 18 con una baja velocidad del flujo de fluido.

Utilizando válvulas de solenoide proporcionales, al menos una válvula de control de solenoide y válvulas lógicas, el presente sistema hidráulico proporciona un mecanismo y un método versátiles para el ajuste cuantitativo de la velocidad de movimiento y de la fuerza de desplazamiento de los actuadores 16, 17, 18 de acuerdo con condiciones de funcionamiento predefinidas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema hidráulico para controlar por lo menos dos actuadores hidráulicos, comprendiendo el sistema:

una bomba (21);

un primer (16) y un segundo (18) actuador hidráulico;

un conjunto de válvulas de control de regulación (22) que tiene varias válvulas electrohidráulicas (29-32), una entrada (43) conectada de forma fluida a la bomba (21) y una salida (44) conectada de forma fluida a un drenaje o depósito (20), conectado de forma fluida el conjunto de válvulas de control de regulación (22) al primer (16) actuador hidráulico;

un conjunto de válvulas de transmisión (23) que tiene una válvula controlable de forma electrónica (24) conectada de forma fluida para proporcionar control de pilotaje de una primera (26) y una segunda (27) válvula lógica, conectadas de forma fluida las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27) al conjunto de válvulas de control de regulación (22);

conectado de forma fluida el segundo (18) actuador hidráulico al conjunto de válvulas de control de regulación (22) por medio de las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27);

conectando de forma fluida un primer (40) y un segundo (41) conducto el primer actuador hidráulico (16) y el conjunto de válvulas de transmisión (23) a las válvulas electrohidráulicas (29-32); y

conectando de forma fluida un tercer (42) y un cuarto (48) conducto, el segundo actuador hidráulico (18) a las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27) respectivamente.

2. El sistema, según se reivindica en la reivindicación 1, comprende al menos cuatro válvulas electrohidráulicas (29-32) en las que un primer par de dichas válvulas se conecta de forma fluida a la entrada (43) y un segundo par de dichas válvulas se conecta de forma fluida a la salida (44).

3. El sistema según se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en donde el primer actuador hidráulico (16) se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación (22) sin conexión fluida por medio de las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27) y el segundo actuador hidráulico (18) se conecta de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación (22) por medio de las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27).

4. El sistema, según se reivindica en cualquier reivindicación precedente, que comprende una primera válvula lógica flotante (33) conectada de forma fluida al segundo actuador hidráulico (18) para permitir la transferencia de fluido entre las regiones del segundo actuador hidráulico (18) cuando se opera en un primer modo.

5. El sistema, según se reivindica en cualquier reivindicación precedente, que comprende un tercer actuador hidráulico (17) conectado de forma fluida a las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27) por medio de los conductos tercero (42) y cuarto (48) respectivamente.

6. El sistema según se reivindica en la reivindicación 5, en donde el segundo (18) y/o el tercer (17) actuador hidráulico se conectan de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación (22) por medio de las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27).

7. El sistema según se reivindica en la reivindicación 6 cuando depende de la reivindicación 4 que comprende una segunda válvula lógica flotante (37) conectada de forma fluida al tercer actuador hidráulico (17) para permitir la transferencia de fluido entre las regiones del tercer actuador hidráulico (17) cuando se opera en el primer modo.

8. El sistema, según se reivindica en cualquier reivindicación precedente cuando depende de la reivindicación 4, comprende además una válvula reductora/aliviadora de presión (28) conectada de forma fluida a una válvula lógica auxiliar (25), conectada de forma fluida la válvula reductora/aliviadora de presión a la bomba (21) y conectada de forma fluida la válvula lógica auxiliar (25) al menos al segundo actuador hidráulico (18).

9. El sistema según se reivindica en la reivindicación 8, en donde la válvula lógica auxiliar (25) se conecta de forma fluida al segundo actuador hidráulico (18) por medio del tercer conducto (42).

10. El sistema, según se reivindica en cualquier reivindicación precedente en donde los actuadores hidráulicos comprenden cilindros hidráulicos que tienen una primera cámara (36a) y una segunda cámara (36b), conectada cada cámara respectiva de forma fluida al conjunto de válvulas de control de regulación (22).

11. El sistema según se reivindica en cualquier reivindicación precedente en donde cada una de las válvulas electrohidráulicas (29-32) se controla de forma eléctrica y de forma independiente unas de otras.

12. El sistema según se reivindica en cualquier reivindicación precedente en donde la válvula controlable de forma electrónica es una válvula de control de solenoide (24) controlada de forma eléctrica y de forma independiente de las válvulas electrohidráulicas (29-32).

13. El sistema, según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un tercer actuador hidráulico (17) conectado de forma fluida a las válvulas lógicas primera y segunda (26, 27) por medio de los conductos tercero (42) y cuarto (48) respectivamente, en donde los actuadores hidráulicos primero (16), segundo (18) y tercero (17) comprenden cada uno un cilindro hidráulico, teniendo cada cilindro hidráulico una primera cámara (36a) y una segunda cámara (36b) en donde cada una de las cámaras primera y segunda (36a, 36b) del primer cilindro se conecta de forma fluida directamente a las válvulas electrohidráulicas (29-32) del conjunto de válvulas de control de regulación (22) y cada una de las cámaras primera y segunda (36a, 36b) del segundo y tercer cilindro se conecta de forma fluida a las válvulas electrohidráulicas (29-32) del conjunto de válvulas de control de regulación (22) por medio de las válvulas lógicas (26, 27) del conjunto de válvulas de transmisión (23).

14. Aparato de accionamiento de forma mecánica que tiene un elemento móvil controlado por al menos un actuador hidráulico del sistema hidráulico según se reivindica en cualquier reivindicación precedente.

15. El aparato, según se reivindica en la reivindicación 14, en donde el aparato de accionamiento mecánico es una máquina de minería de socavado (10) y el elemento móvil es un brazo de soporte (12) que monta al menos un cabezal de corte (15).

16. El aparato, según se reivindica en la reivindicación 15, en donde el sistema hidráulico se configura para controlar un giro del brazo de soporte en una dirección de forma lateral hacia adentro y hacia afuera con respecto a un cuerpo o chasis principal de la máquina de minería.

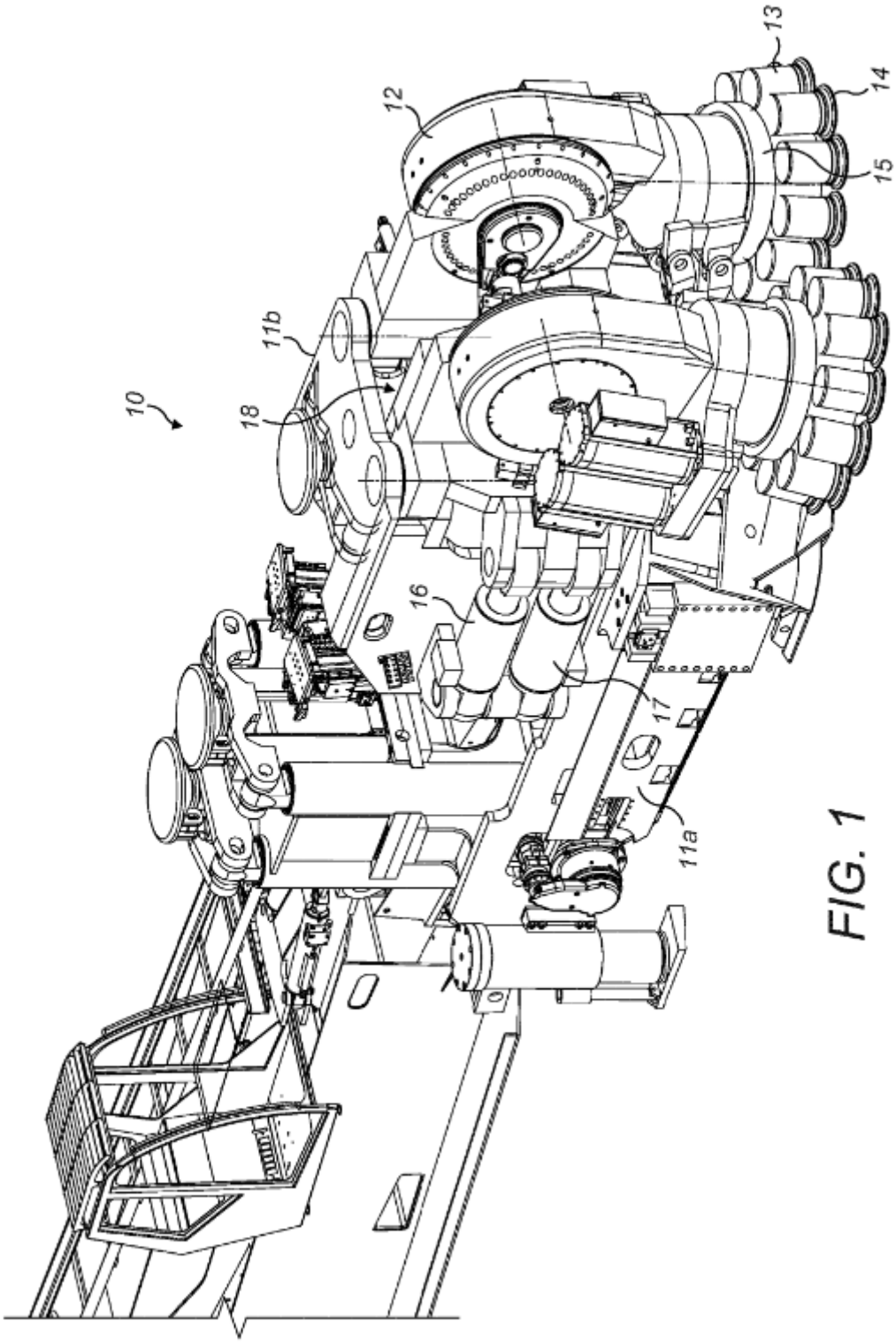

FIG. 1

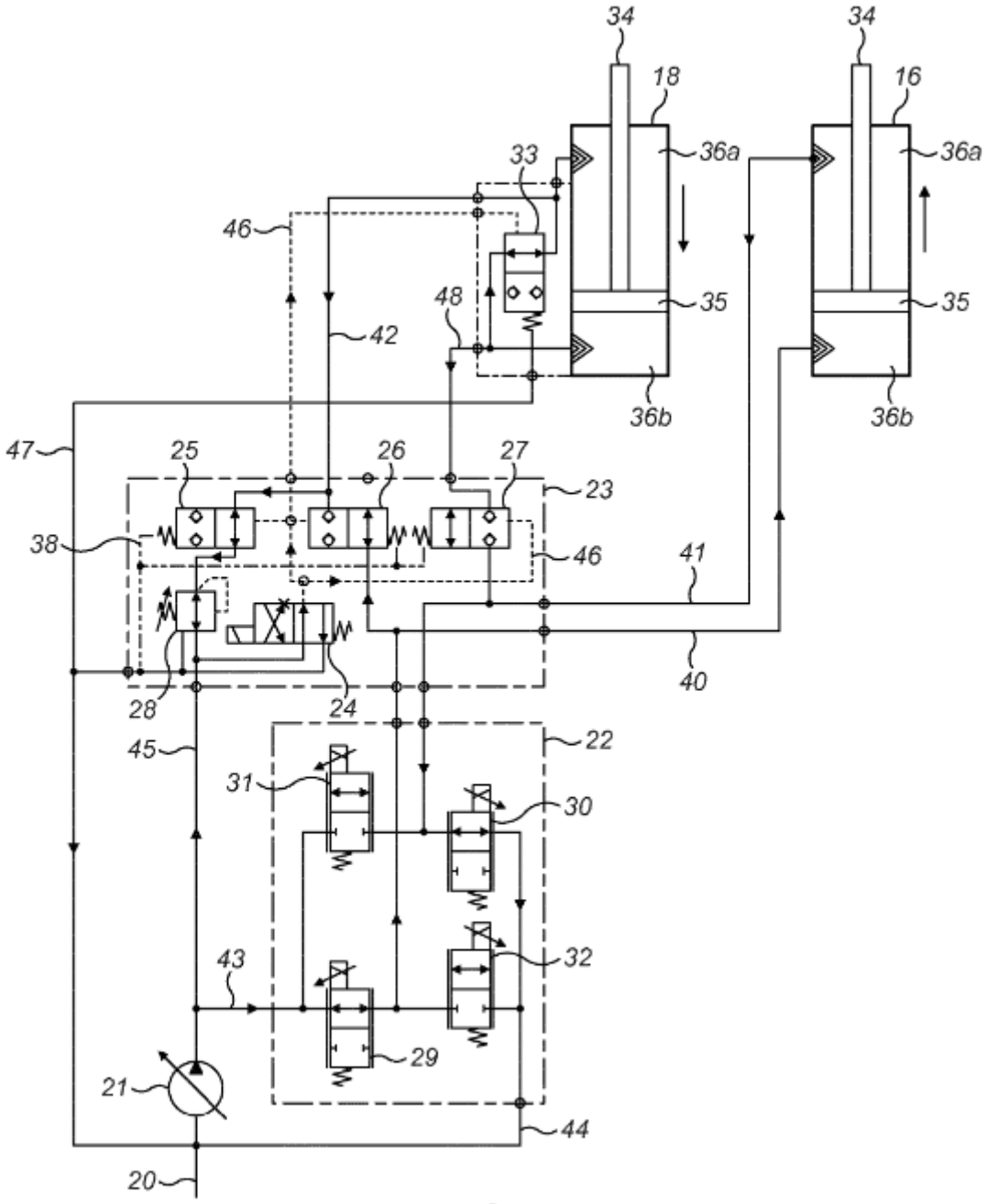
34
18
34
16
33
36a
36a
46
48
35
35
42
36b
36b
47
25
26
27
23
38
46
41
40
28
24
45
22
31
30
43
32
29
21
44
20

FIG. 2

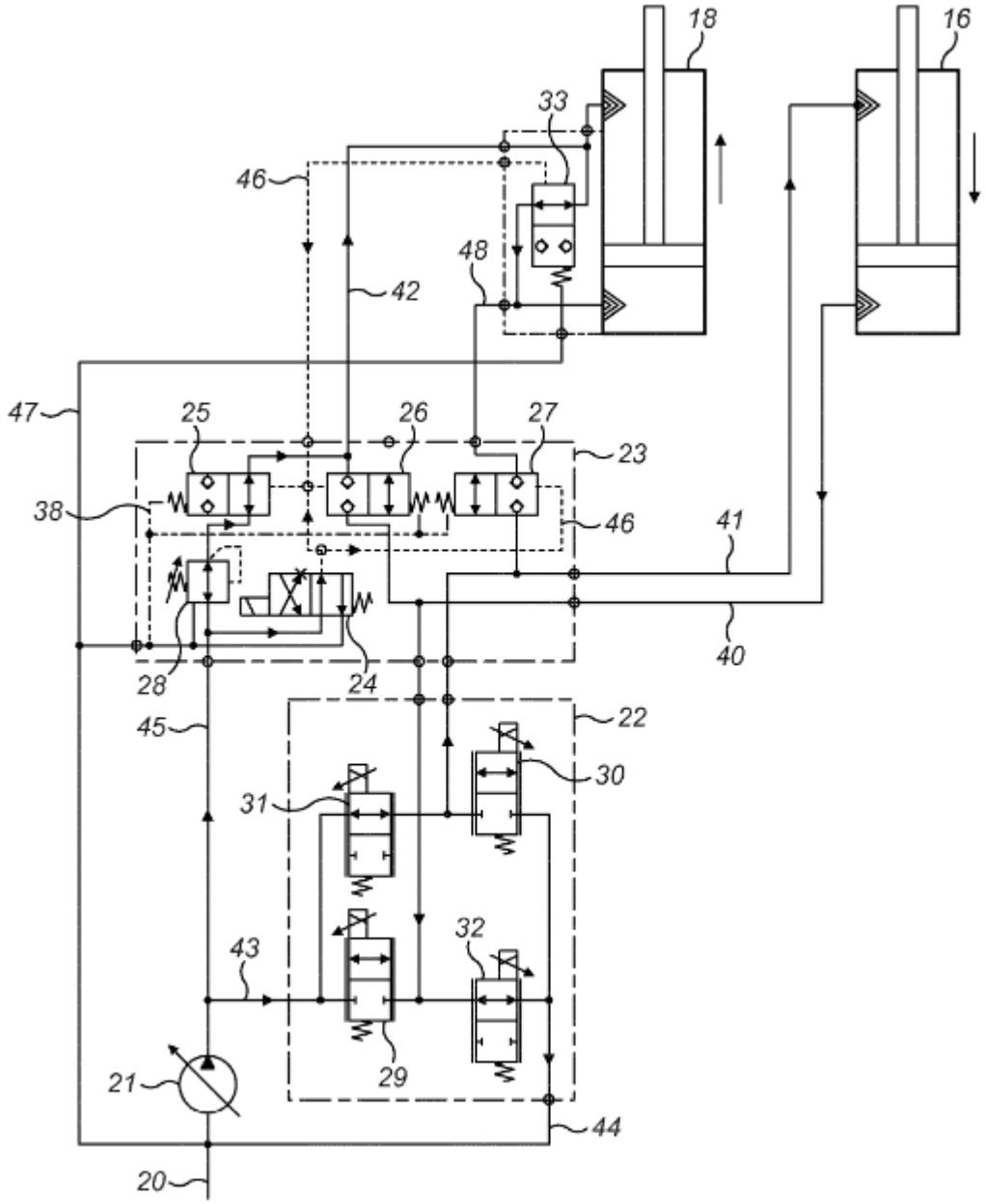
18
16
33
46
48
42
47
25
26
27
23
38
46
41
40
28
24
45
22
30
31
32
43
29
21
44
20

FIG. 3

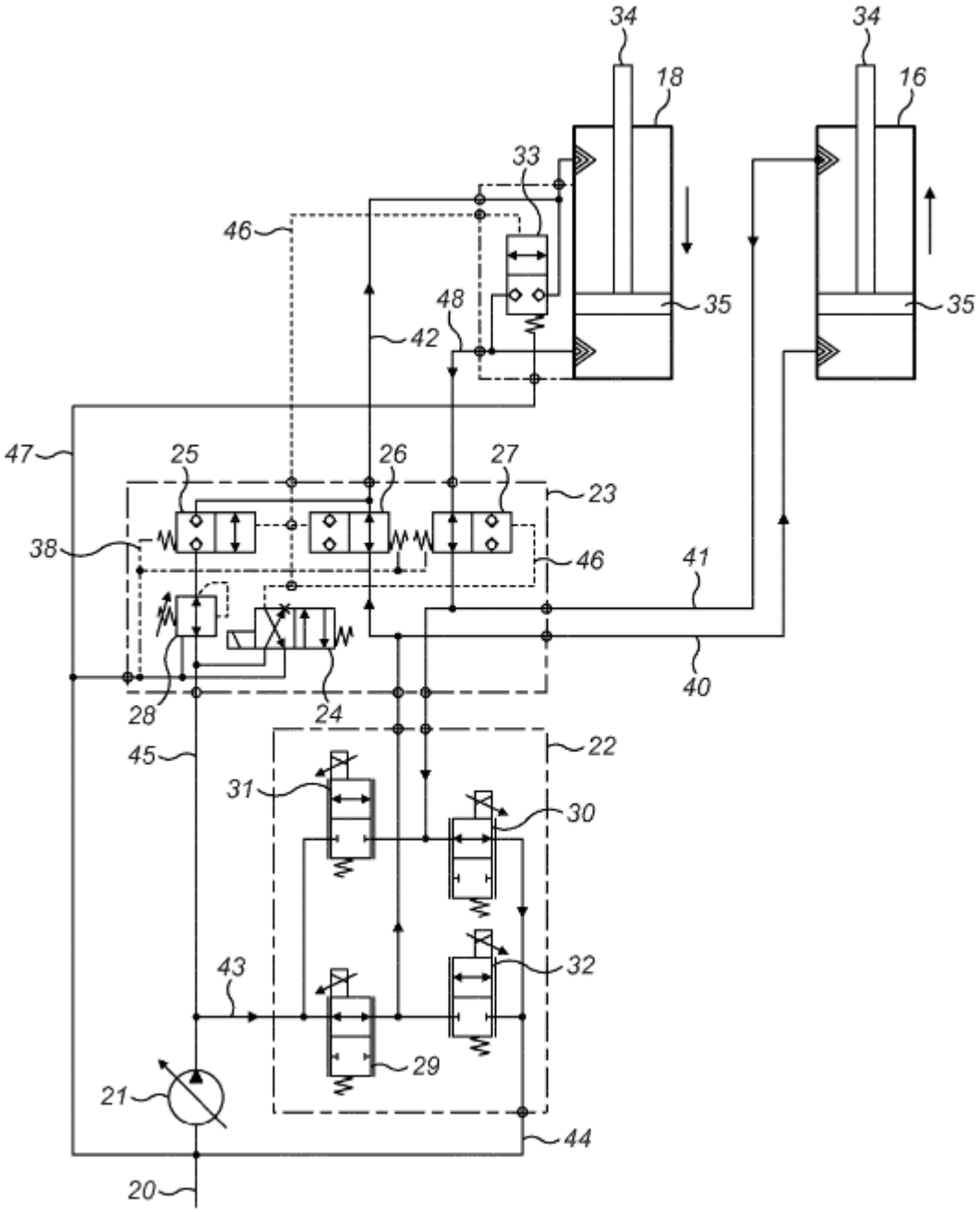
34
18
34
16
33
46
48
35
35
42
47
25
26
27
23
38
46
41
28
24
40
45
22
31
30
43
32
29
21
44
20

FIG. 4

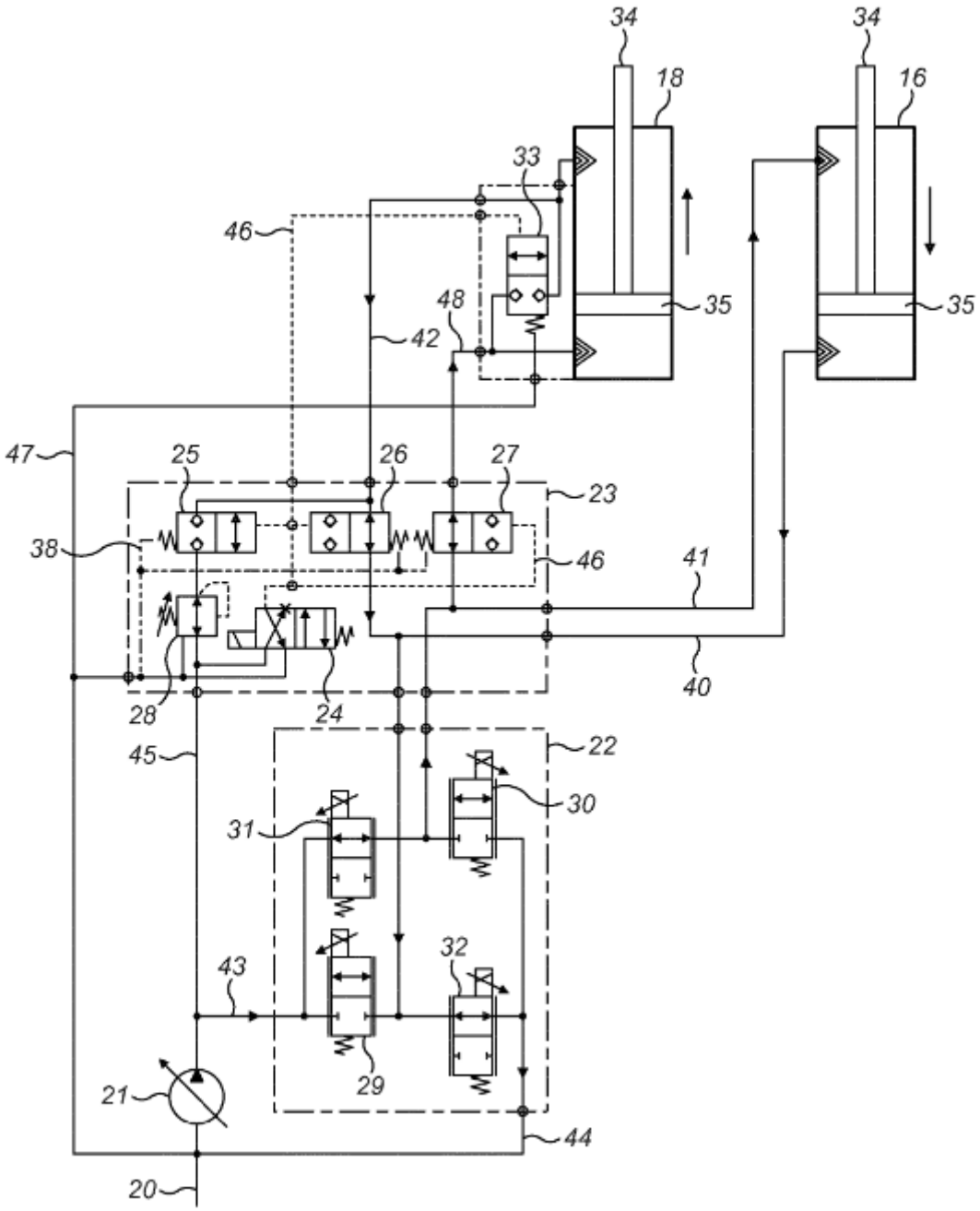
34
18
34
16
33
46
48
35
35
42
47
25
26
27
23
38
46
41
40
28
24
45
22
30
31
43
32
29
21
44
20

FIG. 5

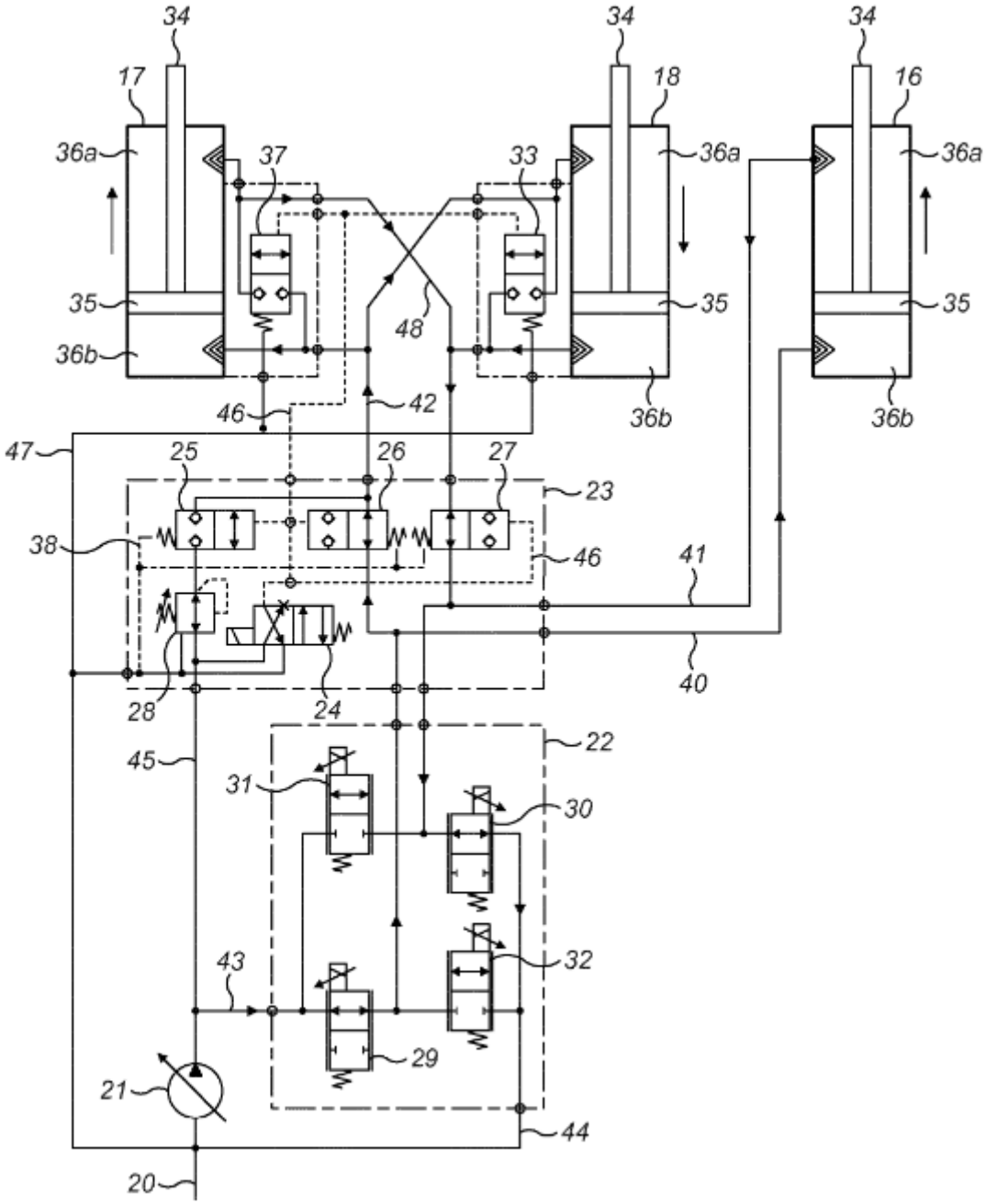
34
34
34
17
18
16
36a
37
33
36a
36a
35
35
35
48
36b
36b
36b
46
42
47
25
26
27
23
38
46
41
40
28
24
22
45
31
30
32
43
29
21
44
20

FIG. 6