

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 949**

51 Int. Cl.:

F15B 18/00 (2006.01)

B65G 23/36 (2006.01)

B65G 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2018** **PCT/EP2018/068336**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020** **WO20007480**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2018** **E 18750335 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022** **EP 3818271**

54 Título: **Sistema de control de motor de accionamiento hidráulico maestro y esclavo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
15.02.2023

73 Titular/es:

SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION G.M.B.H.
(100.0%)
Alpinestrasse 1
8740 Zeltweg, AT

72 Inventor/es:

HASLER, STEFAN y
UMUNDUM, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 933 949 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

Sistema de control de motor de accionamiento hidráulico maestro y esclavo

5 Campo de Invención

La presente invención se refiere a un sistema de control hidráulico para controlar una pluralidad de motores de accionamiento y, en particular, aunque no exclusivamente, a un sistema hidráulico para accionar un dispositivo de transporte de material a granel que comprende una cinta transportadora.

10 Técnica anterior

Dentro de la minería y el procesamiento de materiales a granel, por lo general se requiere transportar material fragmentado desde un lugar de extracción o procesamiento parcial, tal como un pozo de minería subterráneo, a un lugar de eliminación en la superficie para su almacenamiento, transporte posterior o procesamiento posterior. Por lo general, el material fragmentado es transportado por uno o más dispositivos de transporte que incluyen cintas transportadoras, disposiciones de transporte móvil y, especialmente, cintas transportadoras continuas y transportadores de circuito cerrado (también denominados cintas transportadoras de bolsas). El accionamiento de las cintas transportadoras normalmente se proporciona mediante una o más disposiciones de accionamiento en las que una serie de poleas son accionadas por motores de accionamiento necesarios para proporcionar las características de accionamiento requeridas, incluyendo velocidad y fuerza. Dichas disposiciones de accionamiento se configuran típicamente para tratar de minimizar los riesgos de daños a la correa por exceso de tensión, al mismo tiempo que proporcionan suficiente tensión para evitar una correa floja y, a su vez, problemas de estabilidad y seguimiento.

El documento WO 2016/131470 describe una disposición de accionamiento para una disposición de transporte móvil y por correa en la que unas unidades de accionamiento proporcionan el accionamiento de la correa transportadora en las direcciones de avance y retroceso. Una unidad de accionamiento principal funciona mediante el ajuste del par en función de la velocidad deseada de la cinta transportadora y al menos una unidad de accionamiento auxiliar funciona con un par preestablecido.

El documento US 4.765.456 divulga un sistema de accionamiento de cinta transportadora de velocidad variable programable para adaptarse a diferentes condiciones de funcionamiento que tiene una unidad de accionamiento maestra con un motor de accionamiento y al menos una unidad esclava con un motor de accionamiento respectivo. Se operan una unidad de control, un bucle de control y un multiplexor para controlar los motores para compartir la carga a un nivel preprogramado para la velocidad de operación deseada dentro de los conjuntos de accionamiento maestro y esclavo.

El documento US 4.032.003 divulga un conjunto de accionamiento de transportador hidrostático que emplea un accionamiento maestro de velocidad constante y un accionamiento esclavo de tipo hidrostático de circuito cerrado. No se proporcionan líneas eléctricas o hidráulicas de retroalimentación entre la unidad de accionamiento maestra y la esclava. Como tal, la unidad maestra acciona el transportador a una velocidad constante (de acuerdo con las cargas variables) y la unidad de accionamiento esclava responde a los cambios de carga en el transportador para variar la velocidad del accionamiento y mantener una tracción constante en el transportador.

Sin embargo, los sistemas de accionamiento y control existentes están limitados con respecto al intervalo de ajuste de la velocidad y la fuerza durante el uso. Además, estos sistemas suelen incluir un número relativamente grande de parámetros de control. En consecuencia, lo que se requiere es una disposición de accionamiento que proporcione ventajas sobre los sistemas existentes.

Sumario de la Invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un sistema de control de accionamiento modular adecuado para el control accionado de aparatos de transporte de material a granel, tales como disposiciones de cintas transportadoras, que proporciona un alto nivel de ajuste de velocidad y fuerza en una pluralidad de ubicaciones de accionamiento diferentes a lo largo de la disposición de transporte.

Otro objetivo es proporcionar un sistema de accionamiento que tenga un número mínimo de parámetros de control para proporcionar una disposición de control simplificada. Otro objetivo es proporcionar un sistema que minimice el número de componentes y, en particular, líneas de suministro de control, tal como mangueras de fluido hidráulico, acoplamientos, etc.

Otro objetivo específico es proporcionar un sistema de control para una modularidad conveniente con respecto al número de unidades de accionamiento por sistema o máquina mientras se acciona una disposición de cinta transportadora con velocidad direccional y/o control de par.

Los objetivos se logran a través de un sistema hidráulico que proporciona el control de una pluralidad de motores de accionamiento en los que una unidad maestra puede controlar la velocidad mediante la regulación del flujo de fluido hidráulico y una o más unidades esclavas pueden ser controladas directa o indirectamente por la unidad maestra. Preferiblemente, la unidad maestra y la(s) unidad(es) esclava(s) son capaces de controlar la velocidad, el par y/o la

dirección (hacia adelante y hacia atrás) de sus respectivos motores de accionamiento que, a su vez, proporcionan el accionamiento de poleas adecuadas que actúan sobre la correa en una pluralidad de posiciones diferentes.

El presente sistema es ventajoso para proporcionar una red interconectada hidráulica completamente modular de circuitos abiertos de control hidráulico. El circuito del sistema colectivo puede dividirse en un circuito de unidad maestra hidráulica y una pluralidad de circuitos de unidad esclava hidráulica que están respectivamente interconectados a través de una conexión electrónica o eléctrica. En consecuencia, la presente disposición es beneficiosa porque la(s) unidad(es) esclava(s) puede(n) ubicarse lejos de la unidad maestra (por ejemplo, a una distancia de separación de hasta 50 m o más) sin la necesidad de mangueras hidráulicas intermedias que, de lo contrario, proporcionarían el necesario control y retroalimentación. El presente sistema, aunque utiliza circuitos hidráulicos, emplea una conexión electrónica o eléctrica entre los circuitos hidráulicos que puede implementarse a través de comunicación por cable o inalámbrica para lograr la funcionalidad deseada de maestro y esclavo. En particular, y preferiblemente, la unidad hidráulica maestra comprende una disposición de control maestra para controlar el flujo de fluido hidráulico y, por lo tanto, la velocidad de un conjunto de motores maestros. Un transductor de presión en la unidad maestra está acoplado electrónicamente o eléctricamente con una disposición de válvula reductora de presión proporcionada en cada unidad hidráulica esclava, que a su vez proporciona un control de par apropiado de los respectivos motores de accionamiento esclavos. En consecuencia, el presente sistema asegura que los motores de accionamiento esclavos se accionen a una presión por debajo de los motores correspondientes en la unidad maestra para asegurar que cada una de las unidades esclavas no se convierta en la maestra.

Ventajosamente, el presente sistema y, en particular, la unidad hidráulica maestra comprende además un conjunto de motores esclavos maestros primarios que son controlables indirectamente por el conjunto de válvula de control maestra a través de un conjunto de válvula piloto colocado en la trayectoria del flujo de fluido entre el conjunto de válvula de control y el motor maestro. Un conjunto de válvula reductora de presión primaria operado por piloto se suministra mediante el conjunto de válvula piloto para accionar los motores esclavos primarios a presión reducida en relación con el motor maestro. Preferiblemente, el transductor de presión en la unidad maestra (para el control piloto electrónico o eléctrico de la disposición de válvula reductora de presión en las unidades esclavas) se coloca en la disposición de válvula reductora de presión operada por piloto que controla los motores esclavos primarios. Tal disposición es ventajosa para asegurar que las unidades hidráulicas esclavas estén preajustadas bajo control de par de acuerdo con la condición de funcionamiento de los motores esclavos primarios.

El presente sistema se construye ventajosamente como una red abierta de fluido hidráulico eléctrica o electrónicamente interconectada en la que una bomba en cada una de las unidades maestra y esclava acciona el flujo de fluido hidráulico dentro de cada uno de los respectivos circuitos abiertos que tienen respectivos drenajes y/o depósitos de fluido. La disposición del circuito hidráulico abierto minimiza las piezas de los componentes y la complejidad general del sistema para una instalación conveniente y una operación fiable con un mantenimiento mínimo.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema hidráulico para controlar una pluralidad de motores de accionamiento, comprendiendo el sistema: i) un circuito hidráulico de unidad maestra que comprende: una bomba maestra; un conjunto de válvula de control maestro que tiene una entrada conectada por fluido a la bomba y una primera salida conectada por fluido a un drenaje o depósito; al menos un motor maestro conectado de forma fluida a una segunda salida del conjunto de válvula de control maestro; un conjunto de válvula piloto conectado de forma fluida en una dirección de flujo de fluido entre el conjunto de válvula de control maestra y el motor maestro y que tiene una línea piloto; un conjunto de válvula esclava primaria conectada por fluido a la línea piloto y que tiene una entrada conectada por fluido a la bomba, una primera salida conectada de forma fluida al drenaje o depósito y una segunda salida; al menos un motor esclavo primario conectado de forma fluida a la segunda salida del conjunto de válvula esclava primaria; una válvula reductora de presión primaria accionada por piloto conectada de forma fluida o que forma parte del conjunto de válvula esclava primaria y accionada por el conjunto de válvula piloto a través de la línea piloto para reducir la presión en el motor esclavo primario por debajo de la presión del motor maestro; y un sensor de presión maestro para medir una presión en el conjunto de válvula esclava primaria y/o el motor esclavo primario; ii) al menos un circuito hidráulico de unidad esclava que comprende: una bomba esclava; un conjunto de válvula de regulación de presión que comprende al menos una válvula reductora de presión secundaria controlada eléctrica o electrónicamente; un conjunto de válvula esclava secundaria que tiene una entrada conectada por fluido a la bomba esclava a través del conjunto de válvula de regulación de presión, una primera salida conectada por fluido a un drenaje o depósito y una segunda salida; y al menos un motor esclavo secundario conectado de forma fluida a la segunda salida del conjunto de válvula esclava secundaria; iii) el conjunto de válvula de regulación de presión conectado eléctrica o electrónicamente al sensor de presión maestro para proporcionar un control operativo de la presión en el motor esclavo secundario.

Preferiblemente, el circuito maestro comprende además un conjunto de válvula de control direccional conectado de forma fluida en la trayectoria del flujo de fluido entre la bomba maestra y el conjunto de válvula esclava primaria para proporcionar control piloto de al menos una parte del conjunto de válvula esclava primaria. Preferiblemente, la válvula de control direccional del conjunto de válvula esclava primaria puede controlarse hidráulicamente mediante el conjunto de válvula de control direccional, que puede comprender válvulas de solenoide de encendido/apagado. La válvula de control direccional puede comprender una válvula hidráulica proporcional pilotada.

Opcionalmente, los conjuntos de válvula esclava primaria y secundaria comprenden respectivamente válvulas de flujo bidireccionales, opcionalmente dispuestas en pares con cada par acoplado respectivamente a un lado de entrada y salida respectivo de cada motor esclavo primario y secundario.

5 Opcionalmente, el circuito maestro puede comprender además un conjunto de válvula de retroalimentación de carga conectado en la trayectoria de flujo entre la bomba y cada uno de los conjuntos de válvula de control maestra y el conjunto de válvula esclava primaria para el control de retroalimentación de carga de la bomba.

10 Opcionalmente, el circuito maestro puede comprender además un conjunto de válvula de alivio de presión integrado colocado inmediatamente aguas arriba en una dirección de flujo de fluido desde la bomba, es decir, entre la bomba y cada uno de los conjuntos de válvula de control maestra y el conjunto de válvula esclava primaria.

15 Preferiblemente, el conjunto de válvula de control maestra y/o el conjunto de válvula piloto comprenden al menos una válvula de control direccional para controlar una dirección operativa del motor maestro. La válvula de control direccional es preferiblemente una válvula de control bidireccional. Preferiblemente, cada motor comprende un par de válvulas de control bidireccionales.

20 Opcionalmente, el sensor de presión maestro está colocado en la trayectoria del flujo de fluido entre la válvula reductora de presión operada por piloto y el conjunto de válvula esclava primaria. El sensor de presión maestro se puede colocar en el lado de entrada de la válvula reductora de presión operada por piloto y/o el conjunto de la válvula esclava primaria. Opcionalmente, el sensor de presión maestro puede integrarse dentro del conjunto de válvula esclava primaria en una posición en la dirección del flujo de fluido entre la válvula reductora de presión y el motor esclavo primario. Esto proporciona que la presión de funcionamiento del motor esclavo primario se determine con precisión y fiabilidad para el control piloto electrónico o eléctrico posterior de la válvula reductora de presión dentro de cada circuito hidráulico de la unidad esclava.

30 Preferiblemente, la válvula reductora de presión secundaria está conectada por cable o de forma inalámbrica al sensor de presión maestro. La conexión por cable se puede proporcionar mediante una conexión eléctrica convencional que se extiende entre la unidad maestra y cada una de las unidades esclavas. Opcionalmente, la conexión puede ser inalámbrica, en la que las unidades maestra y esclava comprenden componentes de comunicación inalámbrica que incluyen, por ejemplo, módulos de comunicación de radiofrecuencia (RF), componentes de Bluetooth, componentes de Wi-Fi u otros medios de comunicación inalámbrica convencionales.

35 Opcionalmente, la válvula reductora de presión secundaria es controlada exclusivamente por el sensor de presión maestro. Tal disposición es ventajosa para minimizar el número de parámetros de control dentro del sistema, ya que las unidades esclavas son controladas exclusivamente por la unidad maestra. En consecuencia, las bombas respectivas dentro de las unidades esclavas pueden funcionar de acuerdo con una condición de funcionamiento preestablecida sin necesidad de control dinámico.

40 Preferiblemente, el circuito hidráulico de la unidad esclava comprende además un conjunto de válvula de control direccional conectado de forma fluida en la trayectoria del flujo de fluido entre la bomba esclava y el conjunto de válvula esclava secundaria para proporcionar control piloto de al menos una parte del conjunto de válvula esclava secundaria. Preferiblemente, el conjunto de válvula esclava secundaria comprende además al menos un piloto de válvula de control direccional controlado por el conjunto de válvula de control direccional para controlar una dirección operativa del motor esclavo secundario. El conjunto de válvula de control direccional del circuito hidráulico de la unidad esclava puede comprender válvulas de solenoide de encendido/apagado y la válvula de control direccional del conjunto de válvula esclava secundaria puede comprender una válvula hidráulica proporcional pilotada.

50 Opcionalmente, el circuito hidráulico de accionamiento esclavo comprende además un sensor de presión esclavo para medir una presión en el conjunto de válvula esclava y/o el motor esclavo secundario. Opcionalmente, el sensor de presión esclavo puede colocarse en un lado de entrada del conjunto de válvula esclava secundaria o integrarse en el conjunto para determinar con precisión y fiabilidad la presión en el motor esclavo secundario respectivo.

55 Opcionalmente, el conjunto de válvula piloto, el conjunto de válvula esclava primaria y/o el conjunto de válvula esclava secundaria comprenden además al menos una válvula direccional, al menos una válvula de doble efecto y/o al menos una válvula de contrapeso en la trayectoria de flujo de fluido a los respectivos motores.

60 Opcionalmente, el sistema hidráulico comprende un único circuito hidráulico de unidad maestra y una pluralidad de circuitos hidráulicos de unidad esclava como se reivindica en el presente documento, en el que cada circuito hidráulico de unidad esclava está conectado eléctrica o electrónicamente y directa o indirectamente al sensor de presión maestro. Opcionalmente, cada uno de los circuitos hidráulicos de la unidad secundaria puede acoplarse directamente al circuito hidráulico de la unidad principal con la conexión proporcionada entre el sensor de presión maestro y cada una de las respectivas válvulas reductoras de presión dentro de los circuitos esclavos. Opcionalmente, los circuitos esclavos pueden retransmitirse en serie donde las unidades esclavas comprenden además sensores de presión esclavos respectivos colocados opcionalmente respectivamente en el conjunto de válvula esclava secundaria. En tales

realizaciones, la válvula reductora de presión dentro de un circuito hidráulico de la primera unidad esclava puede ser controlada por el sensor de presión esclavo dentro de un circuito hidráulico de la segunda unidad esclava anterior según una configuración de relé con los circuitos esclavos colectivos controlados en última instancia por el sensor de presión maestro.

Preferiblemente, el sistema comprende al menos uno o una pluralidad de sensores que pueden incluir, en particular, sensores de flujo de fluido que proporcionan monitorización, salida y control de respuesta de presión de fluido y velocidad de flujo (tasa de flujo) dentro del sistema y, opcionalmente, sensores de presión de fluido. Opcionalmente, los sensores se pueden colocar en las válvulas, los conductos y/o los actuadores hidráulicos.

Preferiblemente, el sistema hidráulico comprende además al menos un microprocesador proporcionado en comunicación entre el sensor de presión maestro y la válvula reductora de presión, en el que el microcontrolador está configurado para controlar la válvula reductora de presión para el ajuste/regulación de la presión en el circuito hidráulico de la unidad esclava para proporcionar un control operativo de la presión en el motor esclavo secundario. Preferiblemente, el control maestro-esclavo y la comunicación (entre las unidades maestra y esclava) se implementan a través de un acoplamiento eléctrico/electrónico entre el sensor de presión maestro y el microcontrolador que, a su vez, está acoplado a la válvula reductora de presión para ajustar/regular la presión en cada unidad esclava. El sistema puede comprender un solo microprocesador o una pluralidad de microprocesadores en los que se proporciona un microprocesador respectivamente en cada unidad esclava para regular/controlar la presión de forma independiente según lo establecido por la unidad maestra.

Preferiblemente, el sistema comprende una pluralidad de motores esclavos primarios y una pluralidad de motores esclavos secundarios.

Opcionalmente, las diversas válvulas de control a las que se hace referencia en el presente documento pueden comprender válvulas electrohidráulicas que se controlan eléctricamente independientemente entre sí o colectivamente como parte de un bloque. Opcionalmente, las válvulas controlables electrónicamente pueden incluir válvulas electrohidráulicas y/o válvulas de control de solenoide. Dichas válvulas se utilizan para controlar el volumen y/o la velocidad del flujo de fluido dentro del sistema. Dichas válvulas de control pueden acoplarse mediante comunicación por cable o inalámbrica con un control externo, tal como un ordenador, una red, un ordenador remoto, una utilidad basada en un procesador o un servidor. Opcionalmente, las válvulas electrohidráulicas pueden comprender una cualquiera o una combinación de válvulas de solenoide proporcionales, válvulas de control direccional o válvulas servo. Dentro de esta memoria descriptiva, la referencia a válvulas electrohidráulicas abarca tipos de válvulas configuradas para controlar la dirección del flujo, el volumen del flujo y la presión del fluido a través del control de señales eléctricas de los componentes móviles (es decir, carretes) dentro de las válvulas. Dichas válvulas pueden funcionar con alimentación de CA o CC.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato transportador para transportar material a granel entre ubicaciones en al menos una dirección de transporte, comprendiendo el aparato: una cinta transportadora; al menos una polea de accionamiento maestra y una pluralidad de poleas de accionamiento esclavas para accionar la correa en al menos una dirección de transporte; y un sistema hidráulico como el reivindicado en el presente documento, en el que el motor maestro está acoplado de forma accionable a la polea de accionamiento maestra y los motores esclavos primario y secundario están acoplados de forma accionable a respectivas poleas de accionamiento esclavas para accionar las respectivas poleas de accionamiento y la cinta transportadora. Opcionalmente, el aparato transportador comprende al menos una unidad de accionamiento maestra acoplada al circuito hidráulico de la unidad maestra y una pluralidad de unidades de accionamiento esclavas acopladas a los respectivos circuitos hidráulicos de la unidad esclava; en el que las unidades de accionamiento esclavas están separadas posicionalmente de la unidad de accionamiento maestra para proporcionar accionamiento de la cinta transportadora en diferentes ubicaciones del aparato transportador.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá una implementación específica de la presente invención, solo a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de una unidad de accionamiento maestra acoplada a una unidad de accionamiento esclava para controlar el control de un transportador de tipo bolsa a través de un sistema de control hidráulico maestro y esclavo;

la figura 2 es un diagrama de circuito hidráulico de una unidad de control maestra que forma parte del sistema de control de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de circuito hidráulico de una unidad esclava del sistema de control de la figura 1;

la figura 4A es un circuito hidráulico de la unidad maestra de la figura 2 implementada para controlar las unidades de accionamiento del transportador de bolsas de la figura 1;

La figura 4B es un circuito hidráulico de la unidad esclava de la figura 3 implementado para controlar las unidades de accionamiento del transportador de bolsas de la figura 1.

Descripción detallada de la realización preferida de la Invención

Haciendo referencia a la figura 1, se proporciona un sistema de cinta transportadora modular implementado hidráulicamente que incluye específicamente una disposición de control de motor de accionamiento hidráulico. La disposición de accionamiento hidráulico proporciona un sistema completamente modular para accionar una disposición de transporte continuo en la que las unidades maestra y esclava hidráulicas están acopladas a través de medios de comunicación eléctricos o electrónicos. El presente sistema minimiza ventajosamente los parámetros de control, al mismo tiempo que proporciona un ajuste selectivo del accionamiento por correa que incluye, en particular, el control direccional de la velocidad y la fuerza opcionalmente a través de una única entrada de parámetro en la unidad maestra. El presente sistema es ventajoso para obviar la necesidad de grandes longitudes de mangueras, empalmes y conexiones de fluido hidráulico a través del acoplamiento eléctrico/electrónico de las unidades maestra y esclava.

Con referencia a la figura 1, una unidad de accionamiento maestra 10 comprende una disposición de accionamiento maestra 11a que tiene una pluralidad de poleas de accionamiento 12a y poleas de estabilización de correa 14a. Una cinta transportadora de tipo bolsa 13 está suspendida por debajo de la disposición 11a para el transporte bidireccional de material a granel 15. Una correspondiente unidad de accionamiento de correa esclava secundaria 18 comprende una disposición de accionamiento esclava 11b también acoplada a la correa 13 en una ubicación remota con respecto a la unidad de accionamiento maestra 10 y, por ejemplo, separadas por una distancia de 10, 20, 30, 40, 50 o más metros. La disposición esclava 11b comprende además una pluralidad correspondiente de poleas de accionamiento 12b y poleas de estabilización de correa 14b.

La unidad de accionamiento del transportador 10 es accionada por un circuito hidráulico maestro 16 (acoplado a la polea de accionamiento 12a a través de una red hidráulica 19) que incluye una pluralidad de motores de accionamiento hidráulicos correspondientes que, a su vez, están acoplados respectivamente a las poleas de accionamiento 12a. Un circuito esclavo hidráulico 17 correspondiente proporciona el accionamiento trasladado de la unidad de accionamiento del transportador esclavo 18 (a través de una red hidráulica 19 respectiva) con el accionamiento correspondiente de las poleas esclavas 12b logrado a través de motores de accionamiento hidráulico respectivos. El circuito esclavo hidráulico 17 es controlado directamente por el circuito maestro 16 a través de medios de comunicación eléctricos/electrónicos indicados esquemáticamente por la referencia 20.

Haciendo referencia a la figura 2, el circuito maestro 16 se implementa como un circuito hidráulico abierto que incluye principalmente: una bomba maestra 26; un conjunto de válvula de control maestro 21; un bloque de válvulas piloto 22; un conjunto de válvula esclava primaria 24; un motor maestro 23; una pluralidad de motores esclavos primarios 25; una válvula reductora de presión primaria operada por piloto 33 y un sensor de presión maestro 34. El circuito 16 comprende además un bloque integrado de válvula de alivio de presión 27; un bloque de válvula de retroalimentación de carga 28; un bloque de válvula de control direccional 29 y un depósito 42.

La bomba 26 proporciona flujo hidráulico al circuito 16 y está acoplada directamente al bloque integrado de válvula de alivio de presión 27. El bloque de válvulas de retroalimentación de carga 28 está montado en la trayectoria del fluido inmediatamente aguas arriba de la bomba 26 para proporcionar control de retroalimentación de carga. El bloque integrado de válvula de alivio de presión 27 está, a su vez, acoplado en comunicación fluida con el conjunto de válvula de control maestro 21 y el conjunto de válvula esclava primaria 24. El bloque de válvula de control direccional 29 también es alimentado por la bomba 26 (a través del bloque integrado de válvula de alivio de presión 27) en el lado de entrada y está acoplado al conjunto de válvula esclava primaria 24 en un lado de salida (a través de una línea piloto 41).

El conjunto de válvula de control maestro 21 está acoplado en un primer lado de salida al bloque de válvula piloto 22 y un segundo lado de salida al depósito 42 y al bloque de válvula de retroalimentación de carga 28. El bloque de válvula piloto 22 está acoplado en un primer lado de salida al motor maestro 23 y en un segundo lado de salida al conjunto de válvula de control maestro 21. El bloque de válvula piloto 22 está acoplado además a través de una línea piloto 30 al conjunto de válvula esclava primaria 24 para proporcionar un control piloto hidráulico del conjunto 24. El sensor de presión maestro 34 (preferiblemente implementado como un transductor de presión) está acoplado en el lado de entrada del conjunto esclavo primario 24 para determinar la presión del fluido hidráulico entregado a los motores esclavos primarios 25 a través del conjunto 24.

De acuerdo con la implementación específica, el conjunto de la válvula maestra de control puede comprender cualquier unidad de control hidráulico convencional como será familiar para los expertos en la técnica, incluyendo, por ejemplo, válvulas direccionales de flujo 32, válvulas de contrapeso, válvulas de control de solenoide, válvulas de solenoide proporcional, etc. El bloque de válvula piloto 22 comprende una válvula de doble efecto 31 para proporcionar la máxima presión de funcionamiento y un sensor de presión auxiliar 57 para determinar la presión en el motor maestro 23. El conjunto esclavo primario 24 comprende una válvula direccional 35 acoplada a una válvula reductora de presión 33 operada por piloto que, a su vez, es controlado hidráulicamente a través de la línea piloto 30 y el bloque de válvula piloto 22. El conjunto 24 comprende además válvulas de contrapeso 38 y pares respectivos de válvulas de flujo bidireccional 36 proporcionadas en los lados de entrada y de salida de cada motor esclavo primario 25 respectivo. Un conjunto de transductores de presión auxiliares 37 también están acoplados a cada respectivo motor esclavo primario

25. De acuerdo con la realización específica, el bloque de válvula de control direccional 29 y el bloque de válvula de retroalimentación de carga 28 comprenden válvulas de control de solenoide direccionales 39, 40.

Con referencia a la figura 3, el circuito esclavo hidráulico 17 comprende principalmente: una bomba 49; un conjunto de válvula de regulación de presión 44; un conjunto de válvula esclava secundaria 51 (que tiene una pluralidad de motores esclavos secundarios 55); una válvula reductora de presión 43 (proporcionada en el conjunto 44) y un depósito 50. El circuito 17 comprende además un bloque de válvula de control direccional 45; un sensor de presión secundario 53 y un bloque de válvula de alivio de presión proporcional integrado 48.

Como se observará, y de manera similar al circuito maestro 16, el bloque de válvula de alivio de presión 48 está acoplado en un lado de entrada a la bomba 49 y en un lado de salida al bloque de válvula de control direccional 45. Un segundo lado de salida del bloque 48 está acoplado a un conjunto de válvula esclava secundaria 51 y un conjunto de válvula de regulación de presión 44. El bloque de válvula de control direccional 45 proporciona control por piloto hidráulico de una válvula direccional 52 dentro del conjunto esclavo secundario 51 a través de la línea piloto 56. Un lado de salida del conjunto de válvula esclava secundaria 51 está acoplado al depósito 50 y al bloque de válvula de retroalimentación de carga 48. De acuerdo con la implementación específica, el bloque de válvula de control direccional 45 y el conjunto de válvula de regulación de presión 44 comprenden válvulas de control de solenoide direccionales 46, 47.

Con referencia a las figuras 4A y 4B, el circuito esclavo 17 y, en particular, los motores esclavos secundarios 55 son controlados directamente por el circuito maestro 16 a través del acoplamiento eléctrico/electrónico indirecto 59 entre el sensor de presión maestro 34 y el conjunto de válvula de regulación de presión 44 que incluye, en particular, la válvula reductora de presión proporcional integrada 43.

El sistema comprende además al menos un microprocesador que puede implementarse y representarse esquemáticamente por 'A' y/o 'B' de las figuras 4A y 4B. Es decir, el control y la comunicación maestro-esclavo (entre las unidades 16 y 17) se implementa mediante un acoplamiento eléctrico/electrónico entre el sensor de presión maestro 34 y el microcontrolador A, B que, a su vez, está acoplado a la válvula reductora de presión 43 para el ajuste/regulación de la presión en cada unidad esclava 17.

En consecuencia, la válvula reductora de presión primaria operada por piloto 33 es importante para establecer la presión de los motores esclavos primarios 25. Esta presión se monitoriza mediante el sensor de presión maestro 34 y luego a través de la comunicación eléctrica/electrónica entre el sensor de presión maestro 34 y el microcontrolador A, B (y, por lo tanto, la válvula 43), se controla la presión en los motores esclavos secundarios 55 y, lo que es más importante, se establece mediante la unidad maestra 16.

El sensor 53 dentro de la unidad secundaria 17 también está acoplado al microprocesador A, B y es importante para verificar la presión en los motores esclavos secundarios 55. Si se necesita un ajuste para mantener la presión por debajo de la de la unidad principal 16, esto se hace a través del microprocesador A, B controlando la válvula 43 apropiadamente con la presión regulada/ajustada por microprocesador que es confirmada por el sensor 53.

En consecuencia, el fluido hidráulico suministrado al conjunto de válvula esclava secundaria 51 es controlado por piloto mediante el circuito maestro 16 a través del microprocesador A, B, el conjunto 44, la válvula 43 y el sensor 53. Como se apreciará, el circuito maestro 16 se puede acoplar a circuitos esclavos adicionales 17 a través del correspondiente acoplamiento eléctrico/electrónico 58, donde la referencia 'C' corresponde a un acoplamiento indirecto adicional a un conjunto de válvula esclava secundaria adicional 44 (de un circuito esclavo adicional 17 que tiene el circuito electrónico y los componentes integrados como se ilustra y se describe con referencia a las figuras 3 y 4B) a través de un respectivo o el mismo microprocesador (A, B). De acuerdo con una implementación específica adicional, los circuitos esclavos adicionales 17 pueden controlarse en serie a través del acoplamiento eléctrico/electrónico entre la respectiva válvula reductora de presión 43 de un primer circuito esclavo 17 y un sensor de presión 53 de unos segundos circuitos esclavos 17 vecinos anteriores.

Como se apreciará, el circuito maestro 16 controla una velocidad de la cinta transportadora 13 a través del motor maestro 23. La presión en el conjunto esclavo primario 24 controla la velocidad de los motores esclavos primarios 25 dependiendo de la presión maestra. La válvula reductora de presión operada por piloto 33 reduce la presión en los motores esclavos primarios 25 a una presión por debajo de la presión en el motor maestro 23. Tal reducción de presión puede estar en la región de 0,1 a 2 MPa y puede ser de 0,3 a 1,1 MPa. Tal disposición evita que los motores esclavos primarios 25 se conviertan operativamente en los motores maestros 23. El circuito 16 es también ventajoso para proporcionar accionamiento de ambos conjuntos de motores 23, 25 mediante una sola bomba 26.

Como se apreciará, el único o la pluralidad de circuitos esclavos 17 están controlados por par a través del acoplamiento electrónico/eléctrico 58, 59. El sensor de presión 34 mide la presión esclava deseada en el conjunto 24 para ajustar la válvula reductora de presión proporcional 43 en cada circuito esclavo 17 respectivo según la presión esclava designada. En consecuencia, el par requerido se divide en el(los) circuito(s) 17. La presente disposición es ventajosa para reducir los parámetros de control operativos a un solo parámetro de control para los circuitos 16 y 17. Preferiblemente, el circuito maestro 16 se implementa bajo control de velocidad y los circuitos esclavos se implementan

5 bajo control de velocidad implementado bajo control de par. Además, el presente sistema de control hidráulico que abarca los circuitos 16, 17 proporciona una disposición modular que puede adaptarse a los requisitos de diferentes máquinas y aparatos transportadores para adaptarse a diferentes longitudes y requisitos de carga. A través de varios conjuntos de control direccional y válvulas, el presente sistema proporciona control de velocidad (volumen variable) y par (presión variable), además del control direccional de los diversos motores de accionamiento 23, 25, 55.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema hidráulico para controlar una pluralidad de motores de accionamiento, comprendiendo el sistema:

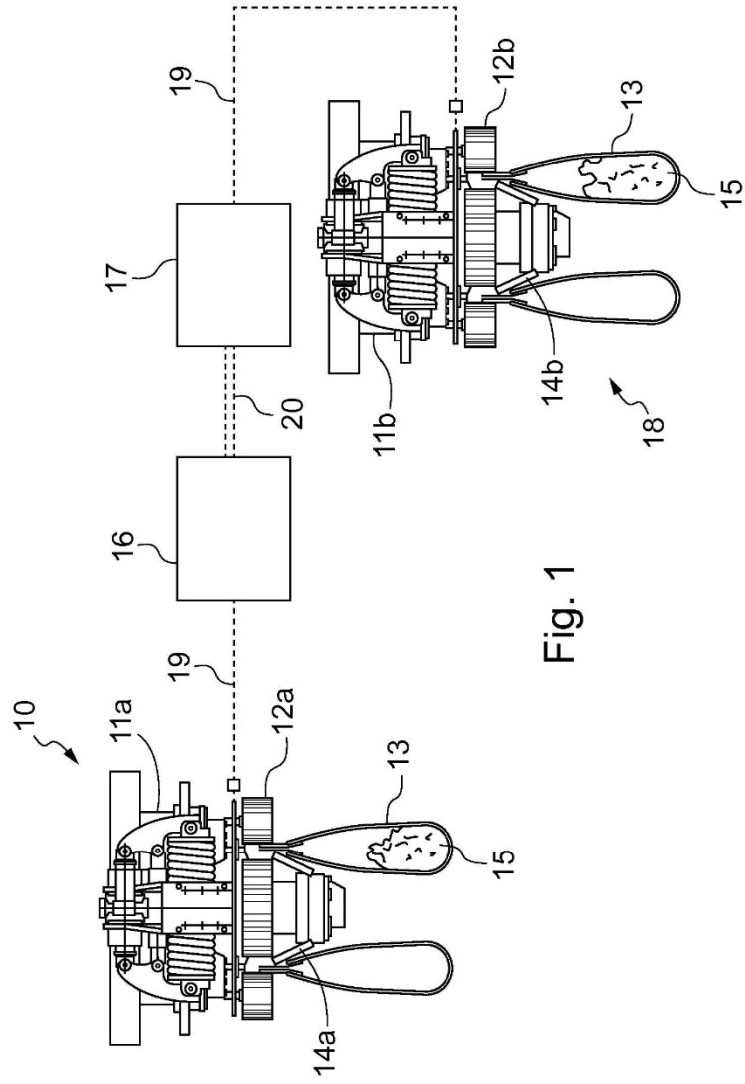
- 5 i) un circuito hidráulico de unidad maestra (16) que comprende:

 una bomba maestra (26);
 un conjunto de válvula de control maestra (21) que tiene una entrada conectada de forma fluida a la
 bomba (26) y una primera salida conectada de forma fluida a un drenaje o depósito (42);
10 al menos un motor maestro (23) conectado de forma fluida a una segunda salida del conjunto de válvula
 de control maestra (21);
 un conjunto de válvula piloto (22) conectado de forma fluida en una dirección de flujo de fluido entre el
 conjunto de válvula de control maestra (21) y el motor maestro (23) y que tiene una línea piloto (30);
 un conjunto de válvula esclava primaria (24) conectada por fluido a la línea piloto (30) y que tiene una
15 entrada conectada de forma fluida a la bomba (26), estando una primera salida conectada de forma
 fluida al drenaje o depósito (42) y una segunda salida;
 al menos un motor esclavo primario (25) conectado de forma fluida a la segunda salida del conjunto de
 válvula esclava primaria (24);
 una válvula reductora de presión primaria operada por piloto (33) conectada de forma fluida o que forma
20 parte del conjunto de válvula esclava primaria (24) y accionada por el conjunto de válvula piloto (22) a
 través de la línea piloto (30) para reducir la presión en el motor esclavo primario (25) por debajo de la
 presión del motor maestro (23); y
 un sensor de presión maestro (34) para medir una presión en el conjunto de válvula esclava primaria
 (24) y/o el motor esclavo primario (25);
25 ii) al menos un circuito hidráulico de la unidad esclava (17) que comprende:

 una bomba esclava (49);
 un conjunto de válvula de regulación de presión (44) que comprende al menos una válvula reductora de
30 presión secundaria (43) controlada eléctrica o electrónicamente;
 un conjunto de válvula esclava secundaria (51) que tiene una entrada conectada de forma fluida a la
 bomba esclava (49) a través del conjunto de válvula de regulación de presión (44), una primera salida
 conectada de forma fluida a un drenaje o depósito (42) y una segunda salida; y
 al menos un motor esclavo secundario (55) conectado de forma fluida a la segunda salida del conjunto
35 de válvula esclava secundaria;

 iii) el conjunto de válvula de regulación de presión (44) conectado eléctrica o electrónicamente al sensor de
 presión maestro (34) para proporcionar un control operativo de la presión en el motor esclavo secundario (55).
- 40 2. El sistema hidráulico según la reivindicación 1, en el que el circuito maestro (16) comprende además un conjunto
 de válvula de control direccional (29) conectado de forma fluida en la trayectoria del flujo de fluido entre la bomba
 maestra (26) y el conjunto de válvula esclava primaria (24) para proporcionar control piloto de al menos una parte del
 conjunto de válvula esclava primaria (24).
- 45 3. El sistema hidráulico según la reivindicación 2, en el que el conjunto de válvula esclava primaria (24) comprende un
 piloto de válvula direccional (35) controlado por el conjunto de válvula de control direccional (24).
- 50 4. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de válvula de control
 maestro (21) y/o el conjunto de válvula piloto (22) comprenden al menos una válvula de control direccional para
 controlar una dirección operativa del motor maestro (23).
- 55 5. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conjuntos de válvula esclava
 primaria y secundaria (24, 51) comprenden respectivamente válvulas de flujo direccional (36, 54) acopladas
 respectivamente a cada uno de los motores esclavos primario y secundario (25, 55).
- 60 6. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor de presión maestro
 (34) está colocado en la trayectoria del flujo de fluido entre la válvula reductora de presión accionada por piloto (33) y
 el conjunto de válvula esclava primaria (24).
- 65 7. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula reductora de presión
 secundaria (43) está conectada por cable o de forma inalámbrica al sensor de presión maestro (34).
8. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula reductora de presión
 secundaria (43) está controlada exclusivamente por el sensor de presión maestro (34).

- 5 9. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito hidráulico de la unidad esclava (17) comprende además un conjunto de válvula de control direccional (45) conectado de forma fluida en la trayectoria del flujo de fluido entre la bomba esclava (49) y el conjunto de válvula esclava secundaria (51) para proporcionar control por piloto de al menos una parte del conjunto de válvula esclava secundaria (51).
- 10 10. El sistema hidráulico según la reivindicación 9, en el que el conjunto de válvula esclava secundaria (51) comprende además al menos una válvula de control direccional (52) controlada por piloto mediante el conjunto de válvula de control direccional (45) para controlar una dirección operativa del motor esclavo secundario (55).
- 10 11. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito hidráulico de accionamiento esclavo comprende además un sensor de presión esclavo para medir una presión en el conjunto de válvula esclava y/o el motor esclavo secundario.
- 15 12. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, al menos un microprocesador (A, B) proporcionado en comunicación entre el sensor de presión maestro (34) y la válvula reductora de presión (43), en el que el microprocesador (A, B) está configurado para controlar la válvula reductora de presión (43) para el ajuste/regulación de presión en el circuito hidráulico de la unidad esclava (17) para proporcionar control operativo de la presión en el motor esclavo secundario (55).
- 20 13. El sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un solo circuito hidráulico de unidad maestra (16) y una pluralidad de circuitos hidráulicos de unidad esclava (17) según cualquier reivindicación anterior, en el que cada circuito hidráulico de unidad esclava (17) está conectado eléctrica o electrónicamente y directa o indirectamente al sensor de presión maestro (34).
- 25 14. Aparato transportador para transportar material a granel entre ubicaciones en al menos una dirección de transporte, comprendiendo el aparato:
- 30 una cinta transportadora (13);
al menos una polea de accionamiento maestra (12a) y una pluralidad de poleas de accionamiento esclavas (12b) para accionar la correa (13) en al menos una dirección de transporte; y
un sistema hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el motor maestro está acoplado de manera accionable a la polea de accionamiento principal y los motores esclavos primario y secundario están acoplados de manera accionable a las respectivas poleas de accionamiento esclavas para accionar las respectivas poleas de accionamiento y la cinta transportadora (13).
- 35 15. El aparato transportador según la reivindicación 14, que comprende al menos una unidad de accionamiento maestra (10) acoplada al circuito hidráulico de la unidad maestra (16) y una pluralidad de unidades de accionamiento esclavas (18) acopladas a los respectivos circuitos hidráulicos de la unidad esclava (17);
40 en el que las unidades de accionamiento esclavas (18) están separadas posicionalmente de la unidad de accionamiento principal (10) para proporcionar accionamiento de la cinta transportadora (13) en diferentes ubicaciones del aparato transportador.



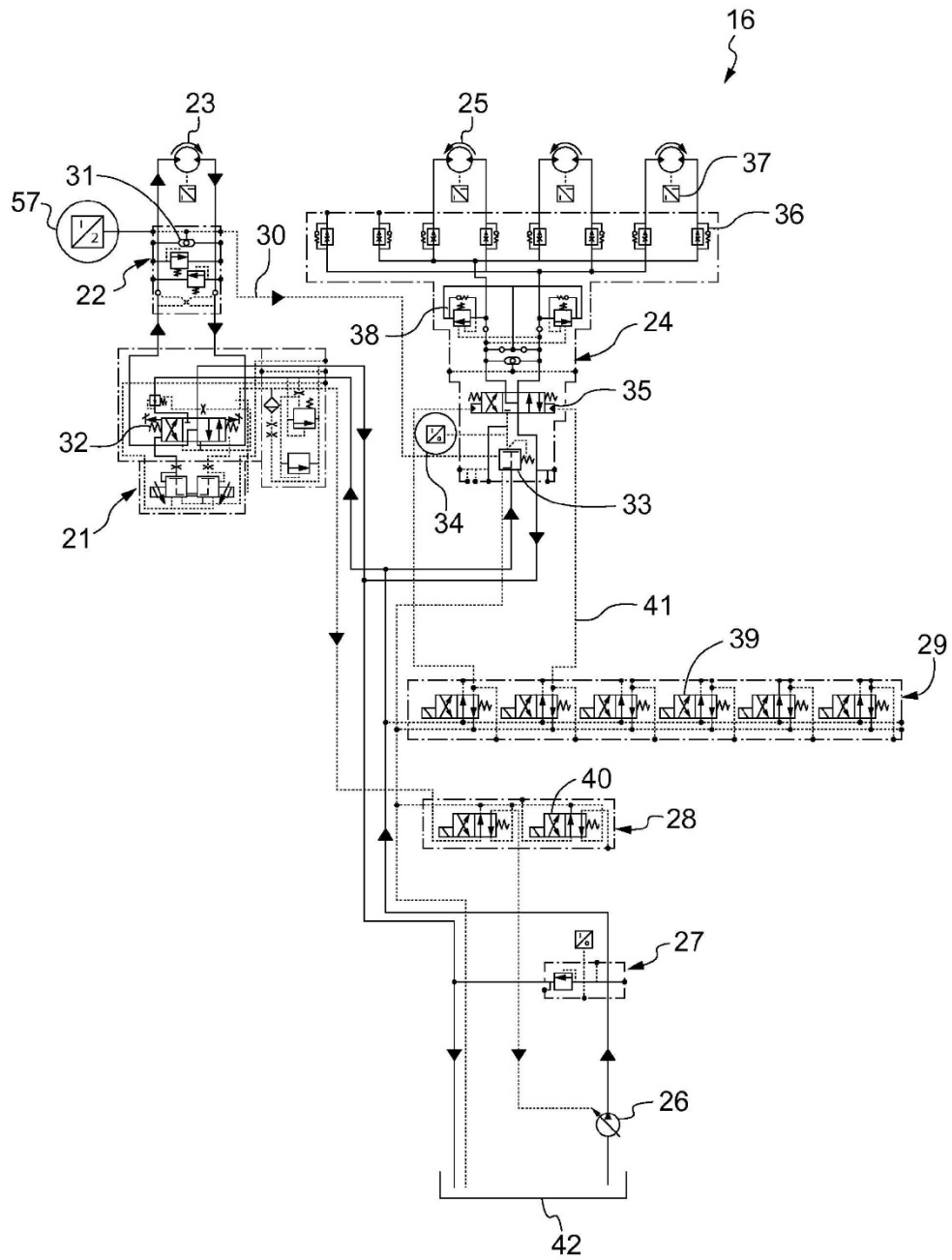


Fig. 2

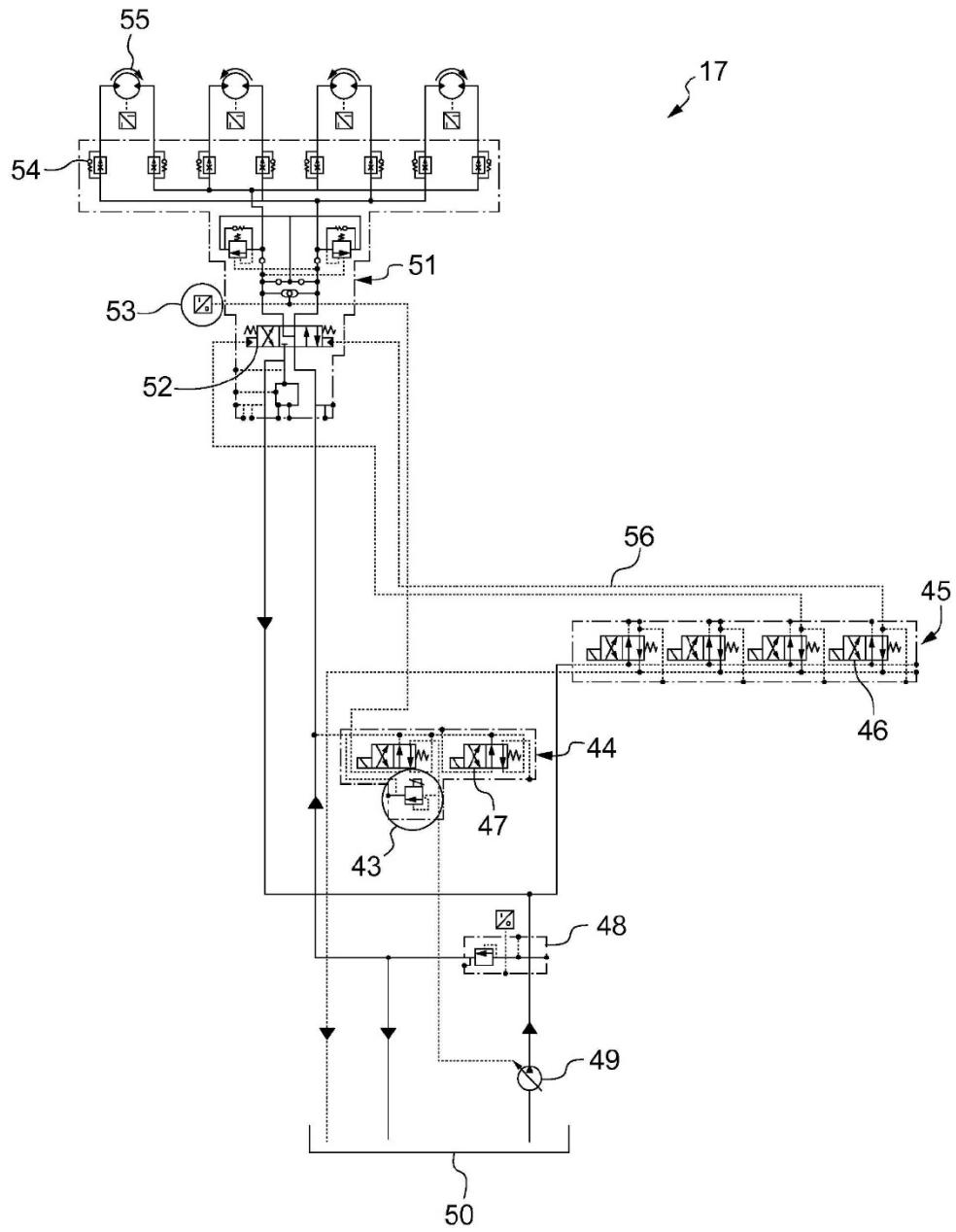


Fig. 3

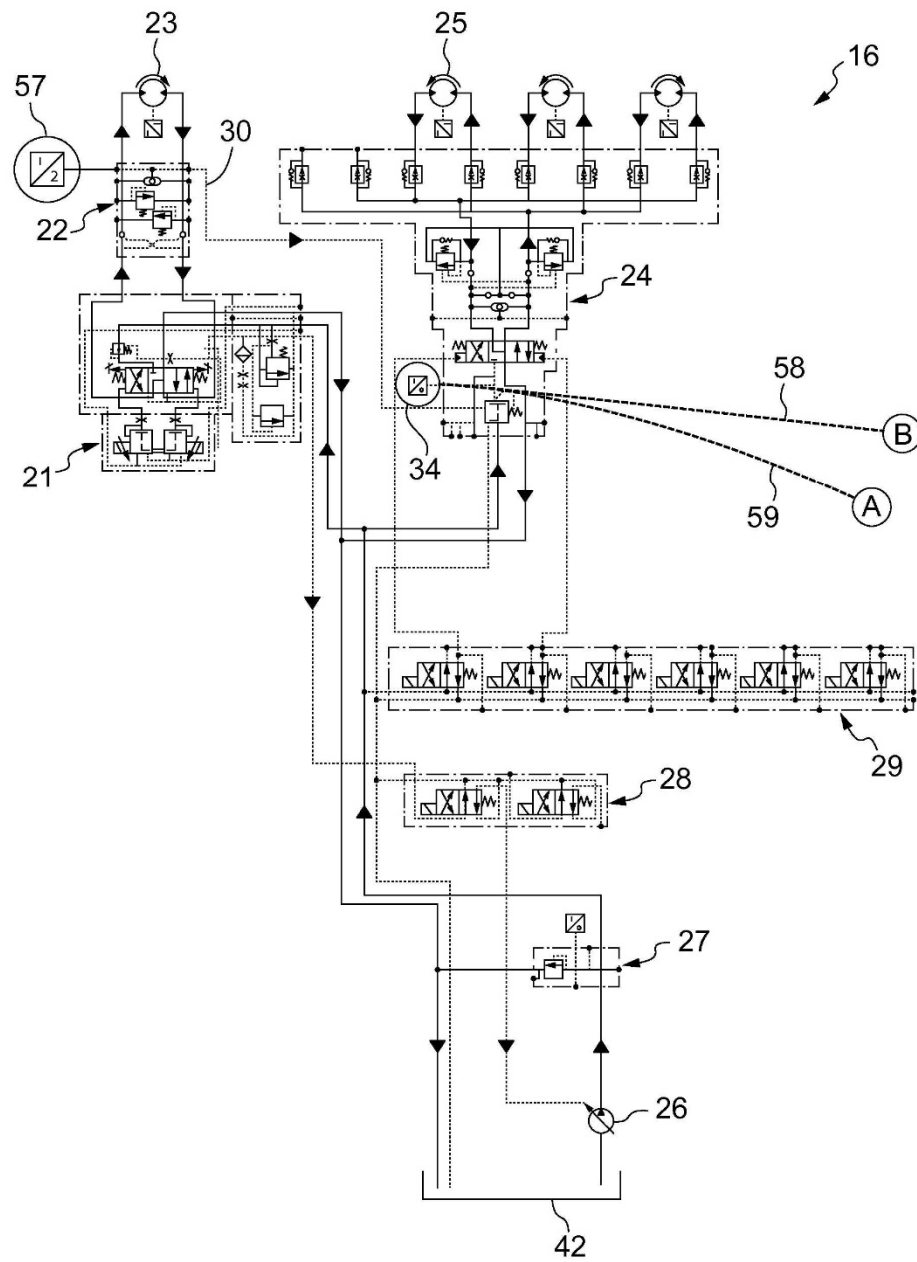


Fig. 4A

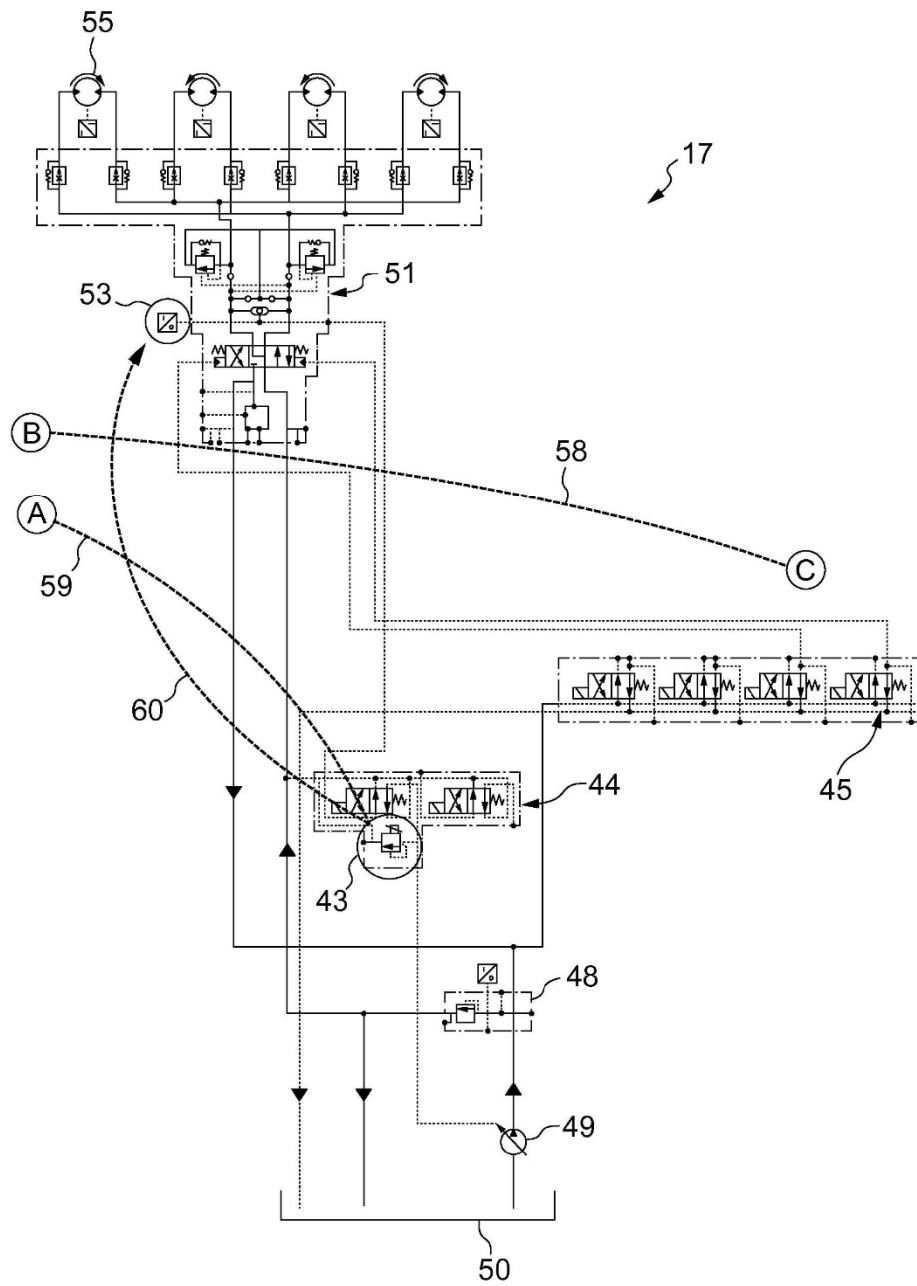


Fig. 4B