

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 828**

51 Int. Cl.:

**A01B 63/114** (2006.01)

**A01C 7/20** (2006.01)

**A01C 5/06** (2006.01)

**F15B 15/20** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.07.2013 PCT/US2013/051968**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14018716**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2013 E 13822581 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2876992**

54 Título: **Aparato de control de fuerza hacia abajo de máquina integrada**

30 Prioridad:

**25.07.2012 US 201261675678 P**

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

**31.07.2017**

73 Titular/es:

**PRECISION PLANTING LLC (100.0%)  
23207 Townline Road  
Tremont, IL 61568, US**

72 Inventor/es:

**STOLLER, JASON;  
LEVY, KENT y  
SWANSON, TODD**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 627 828 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**

Aparato de control de fuerza hacia abajo de máquina integrada

5 En el funcionamiento de una máquina agrícola tal como una sembradora de cultivo en hileras, resulta difícil mantener una "fuerza hacia abajo" deseada entre el terreno y ruedas que entran en contacto con el suelo de cada unidad de hilera. Demasiada fuerza hacia abajo puede provocar una compactación no deseada y pérdida de rendimiento, mientras que una fuerza hacia abajo insuficiente puede provocar que la unidad de hilera pierda profundidad de siembra, dando como resultado que posiblemente no se logre la emergencia. Recientes avances en la medición y el mapeo de fuerza hacia abajo de máquinas han destacado la extrema variación espacial en la fuerza hacia abajo aplicada que se requiere para mantener la fuerza hacia abajo deseada a medida que cambian las propiedades de humedad y del terreno a lo largo de todo el campo que está sembrándose. Por tanto, existe una necesidad en la técnica de controlar de manera eficaz la fuerza hacia abajo aplicada con mayor granularidad espacial.

10 El documento US20120060730 da a conocer el uso de cilindros para proporcionar presión hacia abajo sobre la unidad de hilera, y aunque los cilindros pueden accionarse para reducir la presión hacia abajo sobre la unidad de hilera, los cilindros no proporcionan ningún control de la presión hacia arriba con el fin de mantener una fuerza hacia abajo deseada sobre la unidad de hilera.

20 El documento US3233523 da a conocer un cilindro de aire para proporcionar un empuje, una tracción, o un empuje y una tracción, a través de una carrera alimentada por aire de un pistón en el cilindro y una unidad de control adaptada para montarse directamente en el cilindro para controlar el funcionamiento del mismo. Sin embargo, el cilindro se acciona simplemente para subir y bajar el cilindro para empujar y tirar de lo que sea con lo que está conectado, sin ningún control del cilindro con fines de mantener una presión deseada en el orificio de control.

La presente invención proporciona un controlador de fuerza hacia abajo para una máquina agrícola tal como se define en la reivindicación 1. Características opcionales son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

**Breve descripción de los dibujos**

- 25 La figura 1A es una vista en perspectiva de una realización de un controlador de fuerza hacia abajo.
- La figura 1B es una vista en alzado lateral de una realización del controlador de fuerza hacia abajo de la figura 1A.
- La figura 1C es una vista en sección transversal del controlador de fuerza hacia abajo de la figura 1A.
- La figura 2A es una vista en alzado lateral de una realización de una unidad de hilera de sembradora que incorpora el controlador de fuerza hacia abajo de la figura 1A.
- 30 La figura 2B es una vista en alzado lateral de una realización de una sembradora y un tractor que remolca la unidad de hilera de sembradora de la figura 2A a través de un campo.
- La figura 3 ilustra esquemáticamente una realización de un sistema de control electrónico para controlar uno o más controladores de fuerza hacia abajo.
- 35 La figura 4 es una vista desde arriba de una realización de un sistema de control de fluido para controlar múltiples controladores de fuerza hacia abajo.
- La figura 5 es una vista en sección transversal de otra realización de un controlador de fuerza hacia abajo que incluye una válvula de control de presión de subida.
- La figura 6 es una vista desde arriba de otra realización de un sistema de control de fluido para controlar múltiples controladores de fuerza hacia abajo.
- 40 La figura 7 es un esquema de fluido que ilustra una realización de un colector para controlar la presión entregada a un controlador de fuerza hacia abajo.

**Descripción**

Controlador de fuerza hacia abajo

45 Haciendo ahora referencia a los dibujos, en los que números de referencia iguales designan partes idénticas o correspondientes a lo largo de todas las diversas vistas, las figuras 1A - 1C ilustran una realización de un controlador de fuerza hacia abajo 100. Haciendo referencia a la figura 1A, el controlador de fuerza hacia abajo 100 incluye un colector 110 y un cilindro 130. El colector 110 incluye preferiblemente un cuerpo de colector 102, un conducto de control de subida 120, y una cavidad dimensionada para alojar una válvula de control de presión de bajada 140. Debe apreciarse que, tal como se ilustra en las figuras 1A - 1C, la válvula de control de presión de bajada 140 está acoplada al colector 110 y por tanto está acoplada al cilindro 130; asimismo, la válvula está soportada por el colector

110 y por tanto está soportada por el cilindro 130. El cuerpo de colector 102 incluye preferiblemente un paso de suministro 112, un paso de retorno 114 y un paso de control de subida 116. Cada paso 112, 114, 116 incluye preferiblemente un empalme izquierdo, un empalme derecho y una abertura que conecta los empalmes izquierdo y derecho. Haciendo referencia a la vista en sección transversal de la figura 1C, el cuerpo de colector 110 incluye preferiblemente un paso de diagnóstico de presión de control 118 y un paso de conexión de cámara de bajada 111.

El cilindro 130 incluye un cuerpo de cilindro 132, un vástago 170 y un casquillo 138. El cilindro 130 está montado en el colector 110. En la realización ilustrada en las figuras 1A - 1C, el cuerpo de cilindro 132 está montado en el cuerpo de colector 102. Haciendo referencia a la vista en sección transversal de la figura 1C, el casquillo 138 está montado en un extremo inferior del cuerpo de cilindro 132 y el vástago 170 está montado de manera deslizante dentro del casquillo 138. El vástago 170 incluye un pistón 174 que separa un volumen interior del cuerpo de cilindro 132 en una cámara de bajada 136 y una cámara de subida 134.

La válvula de control de presión de bajada 140 es preferiblemente una válvula de reducción-alivio de presión electrohidráulica. La válvula de control de presión de bajada 140 incluye preferiblemente un solenoide 142 que tiene un puerto eléctrico 144. La válvula de control de presión de bajada 140 incluye preferiblemente una válvula de control de flujo 150 que tiene un orificio de suministro 152, un orificio de retorno 154 y un orificio de control 158 (figura 1C). La válvula de control de presión 140 es preferiblemente una válvula de alivio de presión proporcional PDR08-P de Hydac International GmbH en Sulzbach, Alemania ("Hydac"). La válvula de control de presión de bajada 140 está montada en el cuerpo de colector 102. La válvula de control de presión de bajada 140 está preferiblemente orientada sustancialmente en paralelo con el cilindro 130.

Haciendo referencia a la figura 1C, el orificio de suministro 152 de la válvula de control de presión 140 está en comunicación de fluido con el paso de suministro 112. El orificio de retorno 154 está en comunicación de fluido con el paso de retorno 114. El orificio de control 158 está en comunicación de fluido con el paso de diagnóstico de presión de control 118. El paso de diagnóstico de presión de control 118 está en comunicación de fluido con el paso de conexión de cámara de bajada 111. El paso de conexión de cámara de bajada 111 está en comunicación de fluido con la cámara de bajada 136. El paso de diagnóstico de presión de control 118 y el paso de conexión de cámara de bajada 111 comprenden de manera colectiva un paso que pone el orificio de control 158 en comunicación de fluido con la cámara de bajada 136. El conducto 120 pone el paso de control de subida 116 en comunicación de fluido con la cámara de subida 134. El paso de diagnóstico de presión de control 118 está preferiblemente tapado con una tapa 119 que puede retirarse con el fin de poner un manómetro, transductor u otro dispositivo de medición de presión en comunicación de fluido con el orificio de control 158.

En funcionamiento, la válvula de control de flujo 150 establece una presión de control en el orificio de control 158 permitiendo selectivamente el flujo entre el orificio de control 158, el orificio de suministro 152 y el orificio de retorno 154 tal como se conoce en la técnica. El solenoide 142 cambia un estado de funcionamiento de la válvula de control de presión de bajada 140 (por ejemplo, imponiendo una fuerza sobre un componente de la válvula de control de flujo 150) para modificar la presión de control tal como se conoce en la técnica. La presión de control establecida por el solenoide 142 corresponde preferiblemente a una señal recibida en el puerto eléctrico 144. Por tanto, la válvula de control de presión de bajada 140 está configurada para mantener una cualquiera de un intervalo continuo de presiones en el orificio de control 152, y está configurada además para mantener de manera selectiva una de tal intervalo continuo de presiones basándose en la señal recibida por el solenoide 142.

#### 40 Instalación y funcionamiento de la máquina

Pasando a las figuras 2A y 2B, una realización del controlador de fuerza hacia abajo 100 se ilustra instalada en una sembradora 10 remolcada por un tractor 5. La sembradora 10 incluye una barra portaherramientas que se extiende transversalmente 14 en la que están montadas múltiples unidades de hilera 200 en relación separada transversalmente.

Con fines de acoplamiento, el cuerpo de colector 102 del controlador de fuerza hacia abajo 100 incluye un ojo de pasador 182 (figuras 1A-1C) y el vástago 170 incluye una horquilla 172. Haciendo referencia a la figura 2A, un soporte de acoplamiento de controlador 214 está montado en el soporte delantero 212. El controlador de fuerza hacia abajo 100 está conectado de manera pivotante al soporte de acoplamiento de controlador 214 mediante un pasador superior 215-1 que se extiende a través del ojo de pasador 182. El controlador de fuerza hacia abajo 100 está conectado de manera pivotante en un extremo inferior a una conexión paralela 216 mediante un pasador inferior 215-2 que se extiende a través de la horquilla 172. Un colector 700 está preferiblemente montado en la barra portaherramientas 14.

Haciendo todavía referencia a la figura 2A, la conexión paralela 216 soporta la unidad de hilera 200 a partir de la barra portaherramientas 14, permitiendo que cada unidad de hilera se mueva en vertical independientemente de la barra portaherramientas y las demás unidades de hilera separadas con el fin de adaptarse a cambios en el terreno o después de que la unidad de hilera encuentre una roca u otra obstrucción a medida que se remolca la sembradora a través del campo. Un sensor de calidad de conducción 364, preferiblemente un acelerómetro, está montado en la unidad de hilera 200 y dispuesto para medir la velocidad y aceleración vertical de la unidad de hilera 200. Cada unidad de hilera 200 incluye además un soporte de montaje 220 en el que está montada una viga de soporte de

tolva 222 y un bastidor auxiliar 224. La viga de soporte de tolva 222 soporta una tolva de semillas 226 y una tolva de fertilizante 228 así como soporta de manera operativa un dosificador de semillas 230 y un tubo de semillas 232. El bastidor auxiliar 224 soporta de manera operativa un conjunto de apertura de surco 234 y un conjunto de cierre de surco 236.

5 En el funcionamiento de la unidad de hilera 200, el conjunto de apertura de surco 234 corta un surco 38 en la superficie de terreno 40 a medida que se remolca la sembradora 10 a través del campo. La tolva de semillas 226, que contiene las semillas que van a sembrarse, comunica un suministro constante de semillas 42 al dosificador de semillas 230. El dosificador de semillas 230 de cada unidad de hilera 200 se acopla preferiblemente de manera selectiva a un accionador 372 a través de un embrague 370 de tal manera que se dosifican semillas individuales 42 y se descargan en el tubo de semillas 232 a intervalos separados de manera regular basándose en la población de semillas deseada y la velocidad a la que se remolca la sembradora a través del campo. El accionador 372 y el embrague 370 pueden ser de los tipos dados a conocer en la solicitud de patente estadounidense n.º 12/228.075. Un sensor de semillas 360, preferiblemente un sensor óptico, está soportado por el tubo de semillas 232 y dispuesto para detectar la presencia de semillas 42 a medida que pasan. La semilla 42 cae desde el extremo del tubo de semillas 232 al interior del surco 38 y las semillas 42 se cubren con terreno por el conjunto de rueda de cierre 236.

El conjunto de apertura de surco 234 incluye preferiblemente un par de hojas de disco de apertura de surco 244 y un par de ruedas reguladoras 248 que pueden ajustarse verticalmente de manera selectiva con respecto a las hojas de disco 244 mediante un mecanismo de ajuste de profundidad 268. El mecanismo de ajuste de profundidad 268 preferiblemente pivota alrededor de un sensor de fuerza hacia abajo 362, que comprende preferiblemente un pasador equipado con extensómetros para medir la fuerza ejercida sobre las ruedas reguladoras 248 por el terreno 40. El sensor de fuerza hacia abajo 362 es preferiblemente del tipo dado a conocer en la solicitud de patente estadounidense n.º 12/522.253 del solicitante, en tramitación junto con la presente. En otras realizaciones, el sensor de fuerza hacia abajo es de los tipos dados a conocer en la patente estadounidense n.º 6.389.999. Las hojas de disco 244 están soportadas de manera rotatoria sobre una barra 254 dependiendo del bastidor auxiliar 224. Los brazos de rueda reguladora 260 soportan de manera pivotante las ruedas reguladoras 248 a partir del bastidor auxiliar 224. Las ruedas reguladoras 248 están montadas de manera rotatoria en los brazos de rueda reguladora 260 que se extienden hacia delante.

Haciendo referencia a la figura 2B, un receptor de GPS 366 está preferiblemente montado en una parte superior del tractor 5. Un monitor 310 está preferiblemente montado en una cabina 7 del tractor 5. Uno o más sensores de velocidad 368, tales como un sensor de velocidad de rueda de efecto Hall o un sensor de velocidad de tipo radar, están preferiblemente montados en el tractor 5.

#### Sistema de control eléctrico

Pasando a la figura 3, se ilustra esquemáticamente un sistema de control eléctrico 300 para controlar y medir la fuerza hacia abajo y otras funciones de máquina. En el sistema de control eléctrico, el monitor 310 está preferiblemente en comunicación eléctrica con las válvulas de control de presión de bajada 140 y una válvula de control de presión de subida 740 (descrita en el presente documento con respecto a la figura 7), así como los accionadores 370 y los embragues 372. El monitor 310 está preferiblemente en comunicación eléctrica con los sensores de fuerza hacia abajo 362 así como los sensores de velocidad 360, los sensores de fuerza hacia abajo 362, los sensores de velocidad 368 y el receptor de GPS 366. Debe apreciarse que el monitor 310 comprende un controlador electrónico.

El monitor 310 incluye preferiblemente una unidad de procesamiento central ("CPU") 316, una memoria 314 y una interfaz gráfica de usuario ("GUI") 312 que permite al usuario ver e introducir datos en el monitor. El monitor 310 es preferiblemente del tipo dado a conocer en la solicitud de patente estadounidense n.º 13/292.384 del solicitante en tramitación junto con la presente, de tal manera que el monitor puede visualizar información de fuerza hacia abajo y de siembra para el usuario.

#### Sistema de control de fluido de fuerza hacia abajo

Pasando a la figura 4, se ilustra una realización de un sistema de control de fluido 400 instalado en cuatro controladores de fuerza hacia abajo 100 (cada uno instalado en una unidad de hilera 200 respectiva), la barra portaherramientas 14 y el tractor 5. El sistema de control de fluido incluye un suministro 430, preferiblemente un orificio de suministro de transferencia de potencia hidráulica ubicado en el tractor 5, y un depósito 440, preferiblemente un orificio de depósito de transferencia de potencia hidráulica ubicado en el tractor 5. El suministro 430 y depósito 440 están en comunicación de fluido con el colector 700.

Pasando a la figura 7, se ilustra esquemáticamente una realización del colector 700. El colector 700 incluye un filtro 710 (preferiblemente modelo n.º CP-SAE-120 disponible de Hydac), una válvula de retención 720 (preferiblemente modelo n.º RV16A-01 disponible de Hydac), una válvula de selección de flotador 735 (preferiblemente modelo n.º PD10-41-0-N-170 disponible de Hydraforce en Lincolnshire, Illinois), y la válvula de control de presión de subida 740 (preferiblemente una válvula equivalente a la válvula de control de presión de bajada 140). El suministro 430 está en comunicación de fluido con el filtro 710, un orificio de presión de la válvula de control de presión de subida 740 y un

tubo flexible de suministro 422 conectado a un orificio de suministro del colector 700. El depósito 440 está en comunicación de fluido con la válvula de retención 720, un orificio de depósito de la válvula de control de presión de subida 740 y un tubo flexible de retorno 424 conectado a un orificio de retorno del colector 700. Un orificio de control de la válvula de control de presión de subida 740 está preferiblemente en comunicación de fluido con un primer orificio de la válvula de selección de flotador 735. Un segundo orificio de la válvula de selección de flotador está preferiblemente en comunicación de fluido con el tubo flexible de retorno 424. Un tercer orificio de la válvula de selección de flotador está preferiblemente en comunicación de fluido con un tubo flexible de control de subida 426 conectado a un orificio de control de subida del colector 700.

En funcionamiento, la válvula de control de presión de subida 740 recibe una señal de mando y mantiene una presión deseada en el orificio de control de la válvula de control de presión de subida correspondiente a la señal de mando. Cuando la presión en el tubo flexible de control de subida 426 supera la presión en el tubo flexible de retorno 424 por un umbral (por ejemplo, 170 psi), tal como por ejemplo cuando una o más de las unidades de hilera 200 cae con respecto a la barra portaherramientas provocando un flujo de fluido sustancial desde el tubo flexible de control de subida a través de la válvula de selección de flotador 734, la válvula de selección de flotador está configurada preferiblemente para desplazarse a la posición mostrada en la figura 7 de tal manera que se permite que el fluido evite la válvula de control de presión de subida 740 y vuelva al tubo flexible de retorno 424.

Volviendo a la figura 4, el tubo flexible de suministro 422 está en comunicación de fluido con el paso de suministro 112 del primer controlador de fuerza hacia abajo 100-1. El paso de suministro 112 de cada controlador de fuerza hacia abajo 100 está en comunicación de fluido con el paso de suministro 112 de un controlador de fuerza hacia abajo adyacente 100 a través de un tubo flexible de suministro entre hileras 412. El orificio distal del paso de suministro 112 del controlador de fuerza hacia abajo distal (por ejemplo, el orificio a la derecha del paso de suministro del controlador de fuerza hacia abajo 100-4 tal como se ilustra en la figura 4) está preferiblemente tapado con una tapa 450. Debe apreciarse a la vista de la figura 4 y la descripción anterior que un primer extremo del tubo flexible de suministro entre hileras 412 está acoplado a, y soportado por, el paso de suministro 112 de un primer controlador de fuerza hacia abajo (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-1) y un segundo extremo del tubo flexible de suministro entre hileras 412 está acoplado a, y soportado por, el paso de suministro 112 de un segundo controlador de fuerza hacia abajo preferiblemente adyacente (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-2).

El tubo flexible de retorno 424 está en comunicación de fluido con el paso de retorno 114 del primer controlador de fuerza hacia abajo 100-1. El paso de retorno 114 de cada controlador de fuerza hacia abajo 100 está en comunicación de fluido con el paso de retorno 114 de un controlador de fuerza hacia abajo adyacente 100 a través de un tubo flexible de retorno entre hileras 414. El orificio distal del paso de retorno 114 del controlador de fuerza hacia abajo distal (por ejemplo, el orificio a la derecha del paso de retorno del controlador de fuerza hacia abajo 100-4 tal como se ilustra en la figura 4) está preferiblemente tapado con una tapa 450. Debe apreciarse a la vista de la figura 4 y la descripción anterior que un primer extremo del tubo flexible de retorno entre hileras 414 está acoplado a, y soportado por, el paso de retorno 114 de un primer controlador de fuerza hacia abajo (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-1) y un segundo extremo del tubo flexible de retorno entre hileras 414 está acoplado a, y soportado por, el paso de retorno 114 de un segundo controlador de fuerza hacia abajo preferiblemente adyacente (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-2).

El tubo flexible de control de subida 426 está en comunicación de fluido con el paso de control de subida 116 del primer controlador de fuerza hacia abajo 100-1. El paso de control de subida 116 de cada controlador de fuerza hacia abajo 100 está en comunicación de fluido con el paso de control de subida 116 de un controlador de fuerza hacia abajo adyacente 100 a través de un tubo flexible de subida entre hileras 416. El orificio distal del paso de control de subida 116 del controlador de fuerza hacia abajo distal (por ejemplo, el orificio a la derecha del paso de control de subida del controlador de fuerza hacia abajo 100-4 tal como se ilustra en la figura 4) está preferiblemente tapado con una tapa 450. Debe apreciarse a la vista de la figura 4 y la descripción anterior que un primer extremo del tubo flexible de subida entre hileras 416 está acoplado a, y soportado por, el paso de control de subida 116 de un primer controlador de fuerza hacia abajo (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-1) y un segundo extremo del tubo flexible de subida entre hileras 416 está acoplado a, y soportado por, el paso de control de subida 116 de un segundo controlador de fuerza hacia abajo preferiblemente adyacente (por ejemplo, el controlador de fuerza hacia abajo 100-2).

Debe apreciarse a la luz de la figura 4 y la descripción correspondiente anterior que cada uno de los controladores de fuerza hacia abajo 100 (y por tanto las cámaras de bajada 136 asociadas de cada uno de los cilindros 130) está en comunicación de fluido "en serie", por ejemplo, fluido del tubo flexible de suministro 422 pasa a través del paso de suministro 112 del controlador de fuerza hacia abajo 100-1 antes de alcanzar el paso de suministro 112 del controlador de fuerza hacia abajo 100-2. Asimismo, cada una de las cámaras de presión de subida 160 está en comunicación de fluido "en serie", por ejemplo, fluido del tubo flexible de control de subida 426 pasa a través del paso de control de subida 116 del controlador de fuerza hacia abajo 100-1 antes de alcanzar el paso de control de subida 116 del controlador de fuerza hacia abajo 100-2.

Debe apreciarse que un único sistema de control de fluido 400 puede controlar todas las unidades de hilera 200 remolcadas por la barra portaherramientas 14, o un subconjunto de las mismas. Además, debe apreciarse que

múltiples sistemas de control de fluido 400 pueden controlar subconjuntos o “secciones” separadas de unidades de hilera 200 de tal manera que la presión de subida en cada sección puede controlarse de manera independiente. Por ejemplo, pueden usarse tres sistemas de control de fluido 400 para controlar de manera independiente una sección derecha que comprende una primera pluralidad de unidades de hilera 200 montadas en una parte derecha de la barra portaherramientas 14, una sección central que comprende una segunda pluralidad de unidades de hilera montadas en una parte central de la barra portaherramientas 14, y una sección izquierda que comprende una tercera pluralidad de unidades de hilera montadas en una parte izquierda de la barra portaherramientas 14.

#### Funcionamiento

En el funcionamiento del sistema de control de fluido 400 y el sistema de control electrónico 300, el monitor 310 recibe preferiblemente una señal de fuerza hacia abajo desde cada sensor de fuerza hacia abajo 362. El monitor 310 usa preferiblemente la señal de fuerza hacia abajo para visualizar la fuerza hacia abajo medida en cada unidad de hilera 200. El monitor 310 usa preferiblemente la señal de fuerza hacia abajo para seleccionar una fuerza hacia abajo neta objetivo que va a aplicarse a cada unidad de hilera 200 mediante cada controlador de fuerza hacia abajo 100. Por ejemplo, si la señal de fuerza hacia abajo para una unidad de hilera 200 dada supera un umbral, el monitor 310 reduce preferiblemente la fuerza hacia abajo neta objetivo que va a aplicarse mediante el controlador 100 correspondiente. En otras realizaciones, el monitor 310 permite que el usuario seleccione simplemente una fuerza hacia abajo neta objetivo para cada controlador de fuerza hacia abajo 100. Una vez seleccionada la fuerza hacia abajo neta objetivo para cada controlador de fuerza hacia abajo, el monitor 310 envía preferiblemente señales de control a cada válvula de control de presión de bajada 140 y la válvula de control de presión de subida 740 de tal manera que la fuerza hacia abajo neta aplicada por cada controlador de fuerza hacia abajo 100 se aproxima más estrechamente a la fuerza hacia abajo neta objetivo correspondiente. En algunas realizaciones, el monitor 310 selecciona presiones de control deseadas según los métodos dados a conocer en la solicitud de patente estadounidense n.º 61/515.700 del solicitante en tramitación junto con la presente.

#### Controlador de fuerza hacia abajo - Realizaciones alternativas

Pasando a la figura 5, se ilustra en sección transversal una realización alternativa de un controlador de fuerza hacia abajo 500 modificado. El controlador de fuerza hacia abajo 500 incluye un colector 510 modificado y un conducto 520 modificado, que permite la incorporación de una válvula de control de subida individual 140-1 para controlar la presión en la cámara de subida 134. Preferiblemente, la válvula de control de presión de subida individual 140-1 es sustancialmente similar a la válvula de control de presión 140. Debe apreciarse que el lado derecho del colector 510 es similar al colector 110, excepto porque el paso de control de subida 116 se omite preferiblemente.

El colector 510 incluye preferiblemente un cuerpo de colector 502, un conducto de control de subida 520 y una cavidad dimensionada para recibir la válvula de control de presión de subida individual 140-1. El cuerpo de colector 502 incluye preferiblemente un paso de suministro 512 y un paso de retorno 514. Cada paso 512, 514 incluye preferiblemente un empalme izquierdo, un empalme derecho y una abertura que conecta los empalmes izquierdo y derecho. El cuerpo de colector 510 incluye preferiblemente un paso de diagnóstico de presión de control 518 y un paso de conexión de cámara de bajada 511.

El orificio de suministro de la válvula de control de presión de subida individual 140-1 está en comunicación de fluido con el paso de suministro 512. El orificio de retorno de la válvula de control de presión de subida individual 140-1 está en comunicación de fluido con el paso de retorno 514. El orificio de control de la válvula de control de presión de subida individual 140-1 está en comunicación de fluido con el paso de diagnóstico de presión de control 518. El paso de diagnóstico de presión de control 518 está en comunicación de fluido con el paso de conexión de cámara de bajada 511. El paso de conexión de cámara de bajada 511 está en comunicación de fluido con la cámara de bajada 136. El paso de diagnóstico de presión de control 518 y el paso de conexión de cámara de bajada 511 comprenden de manera colectiva un paso que pone el orificio de control de la válvula de control de presión de subida individual 140-1 en comunicación de fluido con la cámara de bajada 136. El conducto 520 pone el paso de control de subida 516 en comunicación de fluido con la cámara de subida 134. El paso de diagnóstico de presión de control 518 está preferiblemente tapado con una tapa (no mostrada) que puede retirarse con el fin de poner un manómetro u otro dispositivo de medición de presión en comunicación de fluido con el orificio de control de la válvula de control de presión de subida individual 140-1.

Pasando a la figura 6, se ilustra un sistema de control de fluido 600 modificado instalado en cuatro controladores de fuerza hacia abajo 500 (cada uno instalado en una unidad de hilera 200 respectiva), la barra portaherramientas 14 y el tractor 5. El sistema de control de fluido 600 incluye preferiblemente el mismo suministro 430 y depósito 440 que el sistema de control de fluido 500.

El paso de suministro 112 y el paso de retorno 114 del primer controlador de fuerza hacia abajo 500-1 están en comunicación de fluido con el suministro 430 y el depósito 440, respectivamente. Como con el sistema de control de fluido 500, el paso de suministro 112 y el paso de retorno 114 de cada controlador de fuerza hacia abajo 500 están en comunicación de fluido con el paso de suministro 112 y el paso de retorno 114, respectivamente, de un controlador de fuerza hacia abajo adyacente 500 a través del tubo flexible de suministro 412 y el tubo flexible de retorno 414, respectivamente.

De manera similar, el paso de suministro 512 y paso de retorno 514 del controlador de fuerza hacia abajo más a la derecha 500-4 están en comunicación de fluido con el suministro 430 y el depósito 440, respectivamente. El paso de suministro 512 y el paso de retorno 514 de cada controlador de fuerza hacia abajo 500 están en comunicación de fluido con el paso de suministro 512 y el paso de retorno 514, respectivamente, de un controlador de fuerza hacia abajo adyacente 500 a través de un tubo flexible de suministro entre hileras 612 y un tubo flexible de retorno entre hileras 614, respectivamente.

La válvula de control de subida individual 140-1 está preferiblemente en comunicación eléctrica con el monitor 130. En el funcionamiento del sistema de control de fluido 600 modificado, el monitor 130 está preferiblemente configurado para seleccionar presiones tanto de la válvula de control de presión de subida 140-1 como de la válvula de control de presión de bajada 140-1. El monitor 130 está preferiblemente configurado para alterar la presión de subida y presión de bajada ordenadas para cada controlador de fuerza hacia abajo 500 basándose en la señal de fuerza hacia abajo recibida desde el sensor de fuerza hacia abajo 362 de la unidad de hilera 200 correspondiente.

En otras realizaciones del controlador de fuerza hacia abajo 500, el paso de conexión de cámara de bajada 511 está en comunicación de fluido con el orificio de control de la válvula de control de presión de subida 140-1 a través de una válvula de bloqueo accionada por piloto cuyo orificio de presión piloto está en comunicación de fluido con el orificio de control de la válvula de control de presión de bajada 140-1 de tal manera que sólo se aplica presión de subida cuando la presión de bajada supera un umbral. De manera similar, en otras realizaciones del controlador de fuerza hacia abajo 100, el paso de control de subida 116 está en comunicación de fluido con el conducto 120 a través de una válvula de bloqueo accionada por piloto cuyo orificio de presión piloto está en comunicación de fluido con el orificio de control de la válvula de control de presión de bajada 140 de tal manera que sólo se aplica presión de subida cuando la presión de bajada supera un umbral. En tales realizaciones, la válvula de bloqueo accionada por piloto está preferiblemente alojada dentro del cuerpo de colector.

En otras realizaciones del controlador de fuerza hacia abajo 100 y el controlador de fuerza hacia abajo 500, la válvula de control de presión de bajada 140 y/o la válvula de control de presión de subida 740 y/o la válvula de control de presión de subida individual 140-1 se sustituyen por unas válvulas de reducción-alivio de presión accionadas manualmente de tal manera que el usuario puede seleccionar manualmente la presión de subida y/o bajada aplicada a cada unidad de hilera 200.

En todavía otras realizaciones del controlador de fuerza hacia abajo 100, se incorpora un resorte en la cámara de subida 134 de tal manera que el resorte se comprime a medida que se extiende el vástago 170. Una parte inferior del resorte puede ajustarse preferiblemente desde el exterior del cilindro (por ejemplo, mediante un mecanismo de deslizamiento bloqueable que soporta un anillo anular sobre el que descansa el resorte) de tal manera que el usuario puede ajustar la fuerza de reacción y compresión del resorte a medida que se extiende el vástago. En tales realizaciones, el conducto 120 y el paso de control de subida 116 se omiten preferiblemente.

#### Métodos de diagnóstico

En el caso de una fuga de fluido en uno de los cilindros 130, el monitor 310 está preferiblemente configurado para llevar a cabo uno o más procedimientos de diagnóstico para identificar el cilindro que tiene la fuga.

En un primer procedimiento de diagnóstico, el monitor 310 ordena preferiblemente una presión de cero o pequeña en cada una de las válvulas de control de presión de bajada 140 y ordena una presión de subida a la válvula de control de presión de subida 740 teóricamente suficiente (es decir, sin fugas en el sistema) para levantar todas las unidades de hilera 200. El monitor 310 alerta preferiblemente al operario para confirmar que todas las unidades de hilera 200 se han levantado. El monitor 310 aumenta entonces preferiblemente la presión ordenada a cada válvula de control de presión de bajada 140 de una en una a una presión teóricamente suficiente para contrarrestar la presión de subida y bajar las unidades de hilera 200. El monitor 310 alerta preferiblemente al operario para verificar que se ha bajado cada unidad de hilera 200.

En un segundo procedimiento de diagnóstico, el monitor 310 ordena preferiblemente una presión a la válvula de control de presión de subida 740 suficiente para levantar las unidades de hilera 200 y simultáneamente ordena una presión a todas las válvulas de control de presión de bajada 140 teóricamente suficiente para mantener todas las unidades de hilera 200 en una posición bajada. El monitor 310 alerta preferiblemente al operario para confirmar que ninguna de las unidades de hilera 200 se ha levantado. El monitor 310 reduce entonces preferiblemente la presión ordenada a cada válvula de control de presión de bajada 140 de una en una de manera que cada unidad de hilera 200 debe levantarse. El monitor 310 alerta preferiblemente al operario para verificar que se ha levantado cada unidad de hilera 200.

En realizaciones alternativas de los procedimientos de diagnóstico primero y segundo, en vez de (o además de) alertar al operario para verificar que las unidades de hilera 200 se han levantado o bajado, el monitor 310 determina si cada unidad de hilera 200 se levanta o se baja comparando la señal recibida desde cada sensor de fuerza hacia abajo 362 con un valor umbral; el valor umbral corresponde preferiblemente a una pequeña cantidad de fuerza del suelo (por ejemplo, 10 libras) sobre la unidad de hilera.

**REIVINDICACIONES**

1. Controlador de fuerza hacia abajo (100) para una máquina agrícola, que comprende:
- 5 un cilindro hidráulico de doble acción (130) que tiene una primera cámara (134) y una segunda cámara (136), estando dicho cilindro (130) acoplado a una primera unidad de hilera agrícola (200) y una barra portaherramientas agrícola (14) para transmitir una fuerza hacia abajo neta entre dicha barra portaherramientas agrícola (14) y dicha primera unidad de hilera agrícola (200), teniendo una primera presión en dicha primera cámara (134) y una segunda presión en dicha segunda cámara (136) efectos contrarrestantes sobre dicha fuerza hacia abajo neta; caracterizado porque:
- 10 un colector (110) está acoplado a dicho cilindro (130), estando dicho colector (110) en comunicación de fluido con dicha primera cámara (134); y
- una válvula de control de presión (140) está soportada por dicho colector (110), estando dicha válvula de control de presión (140) en comunicación de fluido con dicho colector (110) y con dicha primera cámara (134);
- 15 en el que dicha válvula de control de presión (140) comprende un orificio de suministro (152), un orificio de retorno (154) y un orificio de control (158), y en el que dicha válvula de control de presión (140) está configurada para establecer y mantener una presión deseada en dicho orificio de control (158).
2. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 1, en el que dicha válvula de control de presión (140) está configurada para mantener una cualquiera de un intervalo continuo de presiones en dicha primera cámara (134).
- 20 3. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 1, en el que dicho colector (110) incluye un paso de suministro (112) en comunicación de fluido con dicho orificio de suministro (152), en el que dicho colector (110) incluye un paso de retorno (114) en comunicación de fluido con dicho orificio de retorno (154).
4. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 3, en el que dicho colector (110) incluye un paso de control (116) en comunicación de fluido con dicho orificio de control (158), estando también dicho paso de control (116) en comunicación de fluido con dicha primera cámara (134).
- 25 5. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 2, en el que dicho colector (110) incluye un paso de conexión (111) en comunicación de fluido con dicha segunda cámara (136).
6. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 5, en el que dicho paso de conexión (111) está en comunicación de fluido con una válvula de control de presión contrarrestante, estando dicha válvula de control de presión contrarrestante montada fuera de dicha primera unidad de hilera (200).
- 30 7. Controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 1, en el que dicha válvula de control de presión (140) es sustancialmente paralela a dicho cilindro (130).
8. Combinación del controlador de fuerza hacia abajo (100) según la reivindicación 4 con un segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2), comprendiendo el segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2):
- 35 un segundo cilindro de doble acción (130-2) que tiene una tercera cámara (134) y una cuarta cámara (136), estando dicho segundo cilindro (130-2) acoplado a una segunda unidad de hilera agrícola (200-2);
- 40 un segundo colector (110-2) acoplado a dicho segundo cilindro (130-2); estando dicho segundo colector en comunicación de fluido con dicha tercera cámara; y
- una segunda válvula de control de presión (140-2) que está soportada por dicho segundo colector (110-2), estando dicha segunda válvula de control de presión (140-2) en comunicación de fluido con dicho segundo colector (110-2) y dicha tercera cámara (134);
- 45 en la que dicha segunda válvula de control de presión (140-2) comprende un segundo orificio de suministro (152-2), un segundo orificio de retorno (154-2), y un segundo orificio de control (158-2), y en la que dicha segunda válvula de control de presión (140-2) está configurada para establecer y mantener una presión deseada en dicho segundo orificio de control (158-2);
- comprendiendo la combinación además:
- 50 una tercera válvula de control de presión (140-3) en comunicación de fluido con dicha segunda cámara (136) de dicho cilindro (130) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) y dicha cuarta cámara (136-2) de dicho segundo cilindro (130-2) de dicho segundo controlador

de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2); y

- 5 un controlador electrónico (310) en comunicación eléctrica con dicha válvula de control de presión (140) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200), dicha segunda  
 10 válvula de control de presión (140-2) de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2), y dicha tercera válvula de control de presión (140-3), estando dicho controlador electrónico (310) configurado para generar una primera señal correspondiente a una presión deseada en dicha válvula de control de presión (140) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200), estando dicho controlador electrónico (310) configurado para generar una segunda señal correspondiente a una presión deseada en dicha segunda válvula de control de presión (140-2) de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2), estando dicho controlador electrónico (310) configurado para generar una tercera señal correspondiente a una presión deseada en dicha tercera válvula de control de presión (140-3).
9. Combinación según la reivindicación 8, en la que dicha tercera válvula de control de presión (140-3) está montada separada de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) y separada de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2).
10. Combinación según la reivindicación 8, que incluye además un tubo flexible de suministro entre hileras (412) que se extiende entre dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) y dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de segunda unidad de hilera (200-2), en la que dicho tubo flexible de suministro entre hileras (412) está soportado en un primer extremo por dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200), y en la que dicho tubo flexible de suministro entre hileras está soportado en un segundo extremo por dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2).
11. Combinación según la reivindicación 10, en la que dicho tubo flexible de suministro entre hileras (412) está en comunicación de fluido con dicha válvula de control de presión (140) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) y dicha segunda válvula de control de presión (140-2) de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2).
12. Combinación según la reivindicación 8, en la que dicho paso de suministro (112) de dicho colector (110) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) está en comunicación de fluido con dicho segundo paso de suministro (112-2) de dicho segundo colector (110-2) de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2).
13. Combinación según la reivindicación 12, en la que dicho paso de retorno (114) de dicho colector (110) de dicho controlador de fuerza hacia abajo (100) de dicha primera unidad de hilera (200) está en comunicación de fluido con dicho segundo paso de retorno (114-2) de dicho segundo colector (110-2) de dicho segundo controlador de fuerza hacia abajo (100-2) de dicha segunda unidad de hilera (200-2).

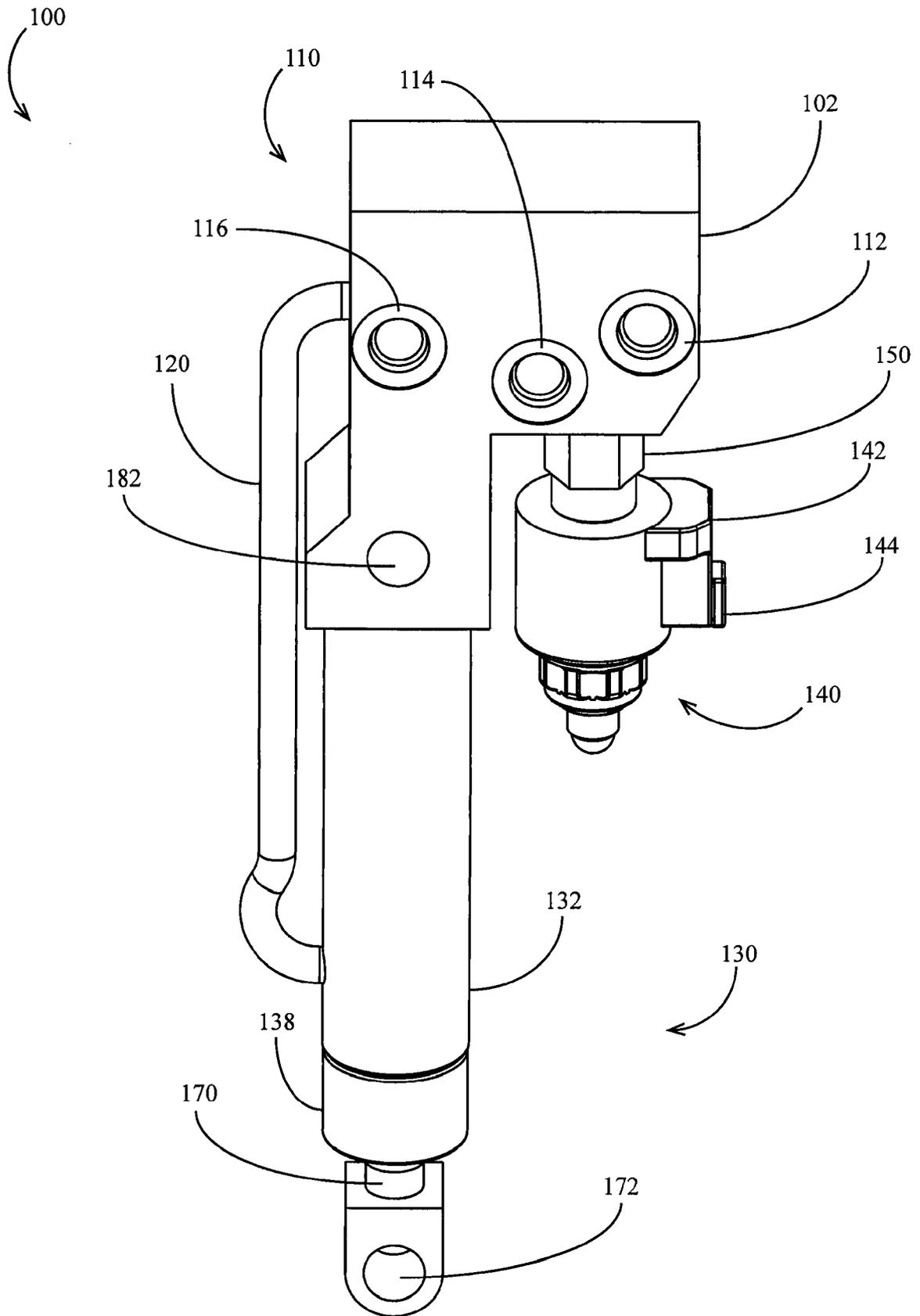


FIG. 1A

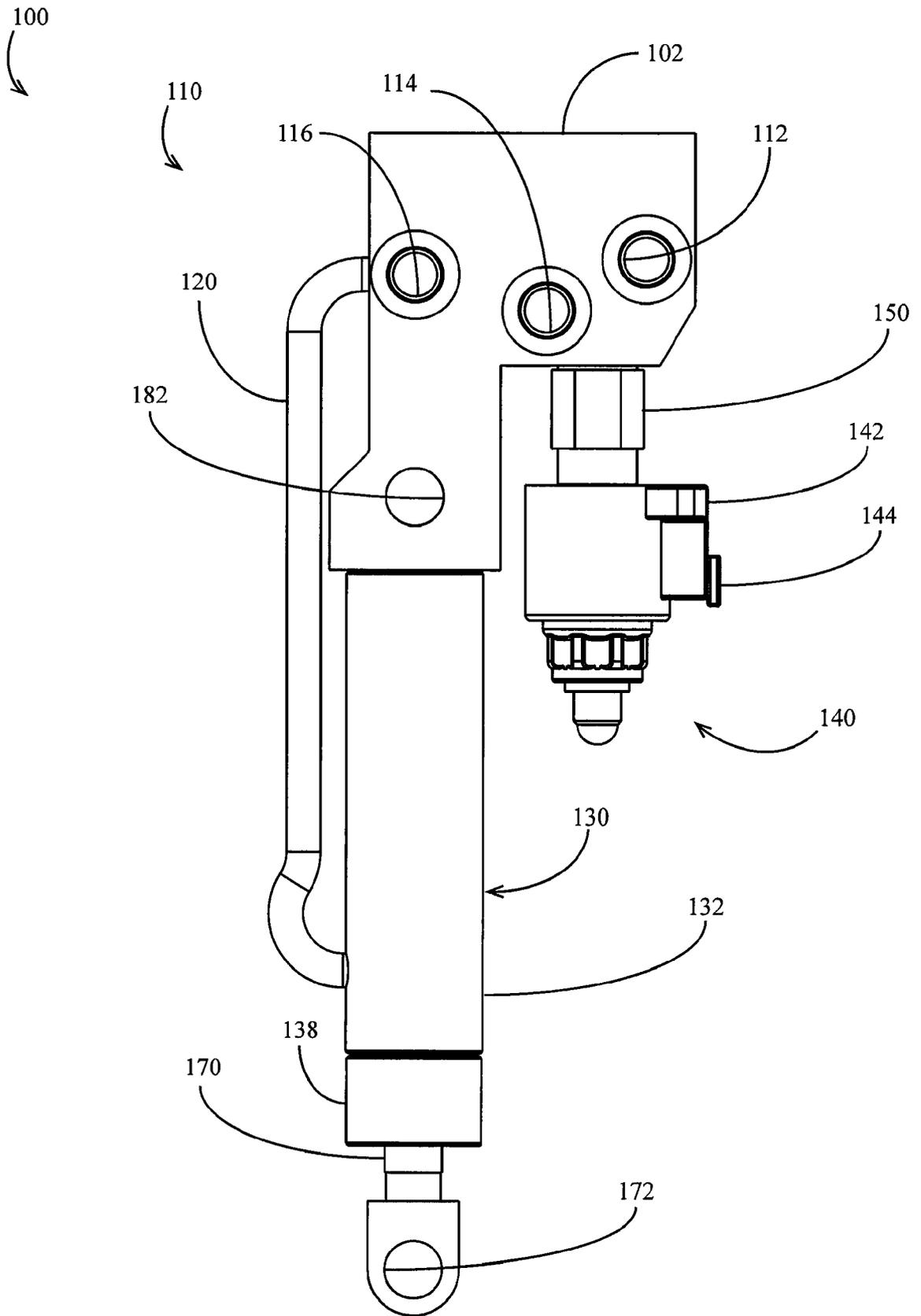


FIG. 1B

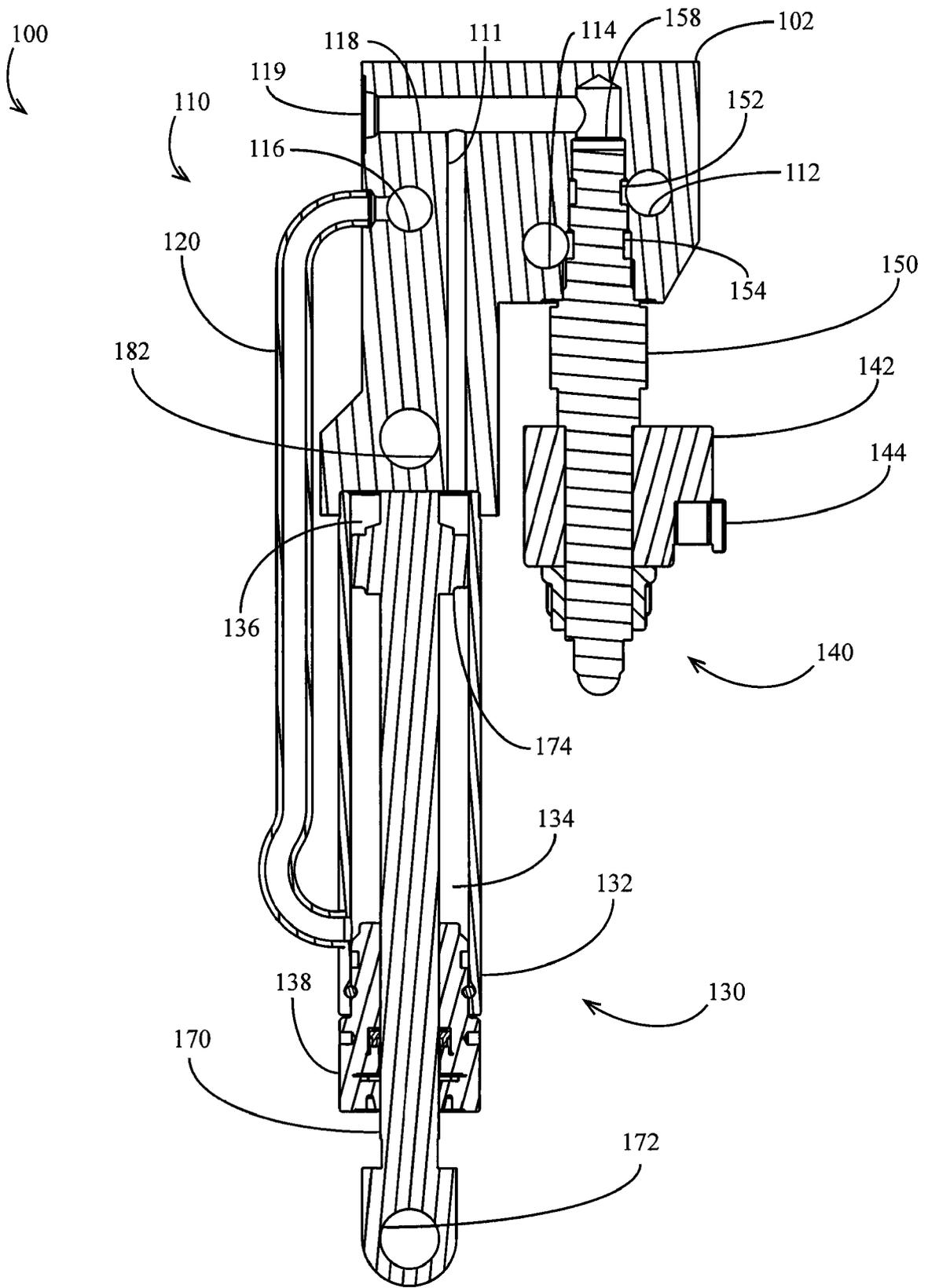


FIG. 1C



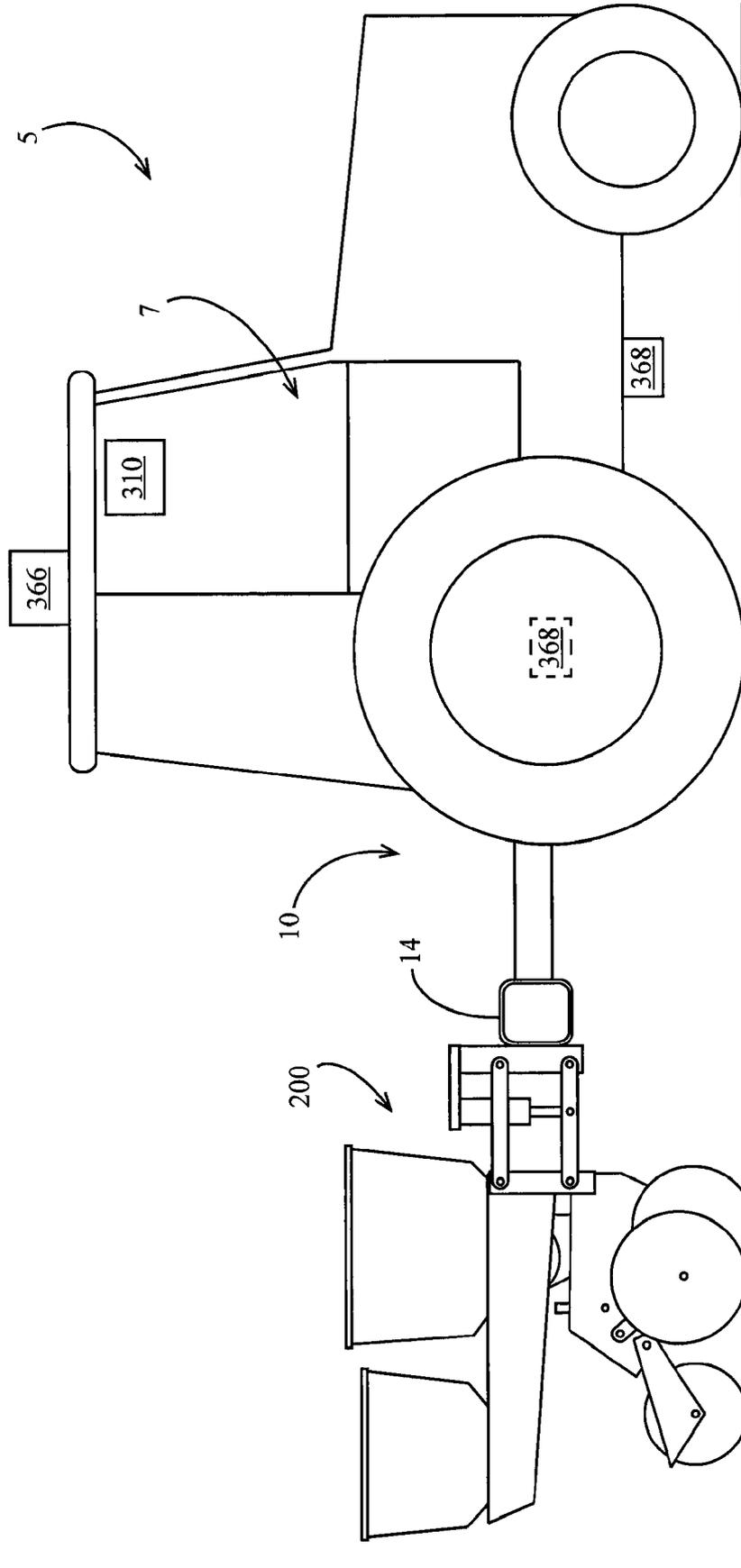


FIG. 2B

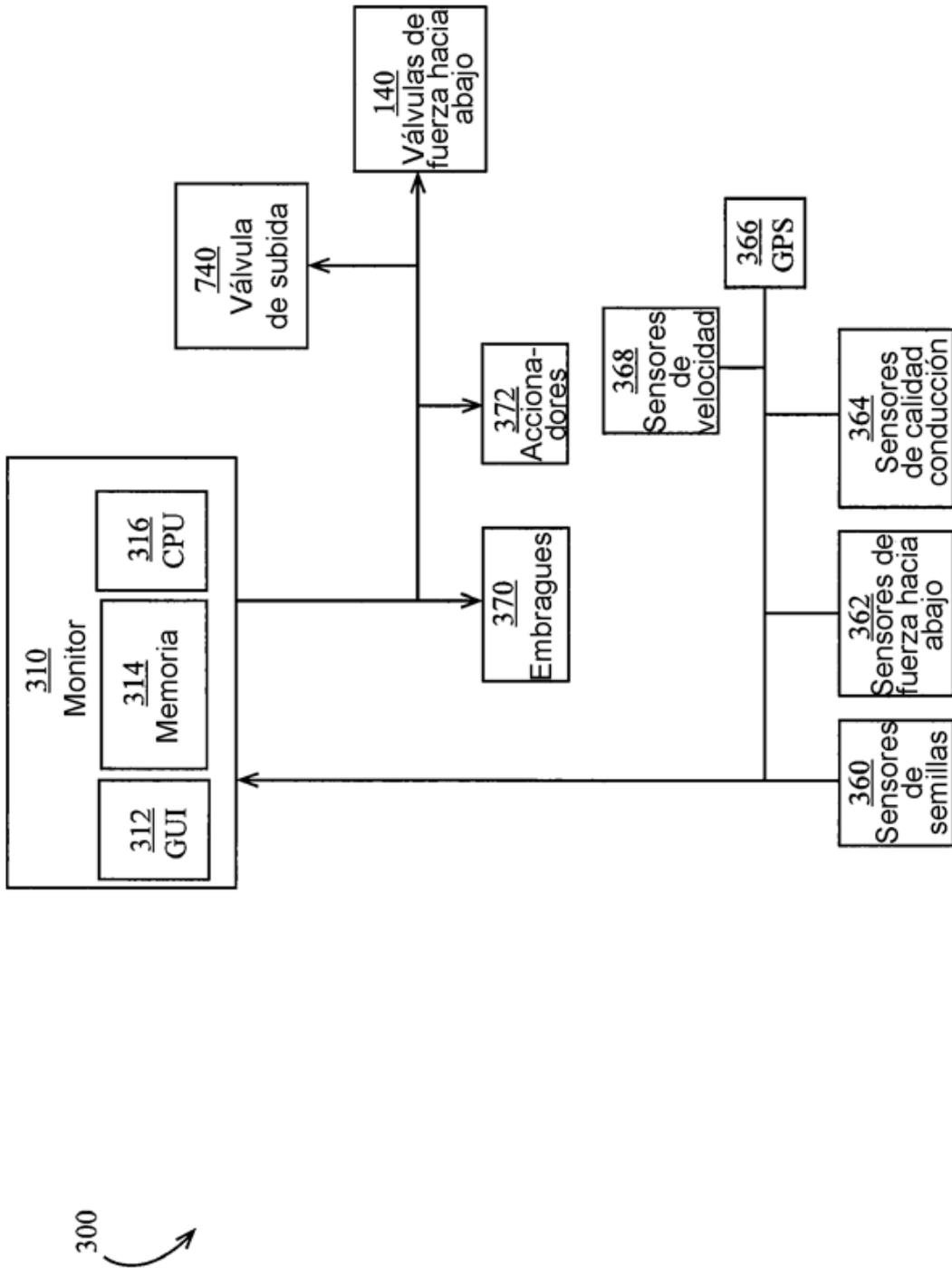


FIG. 3

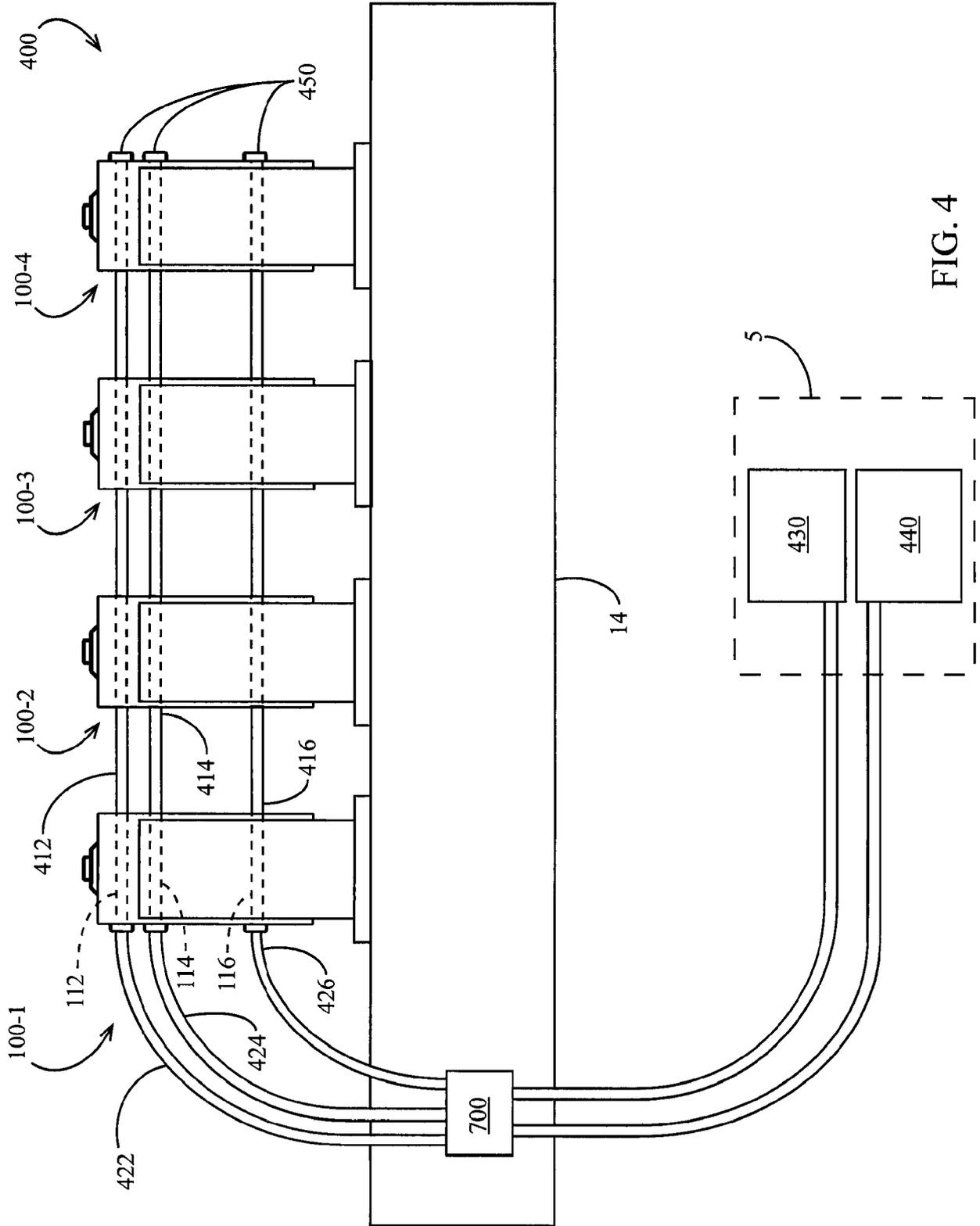


FIG. 4

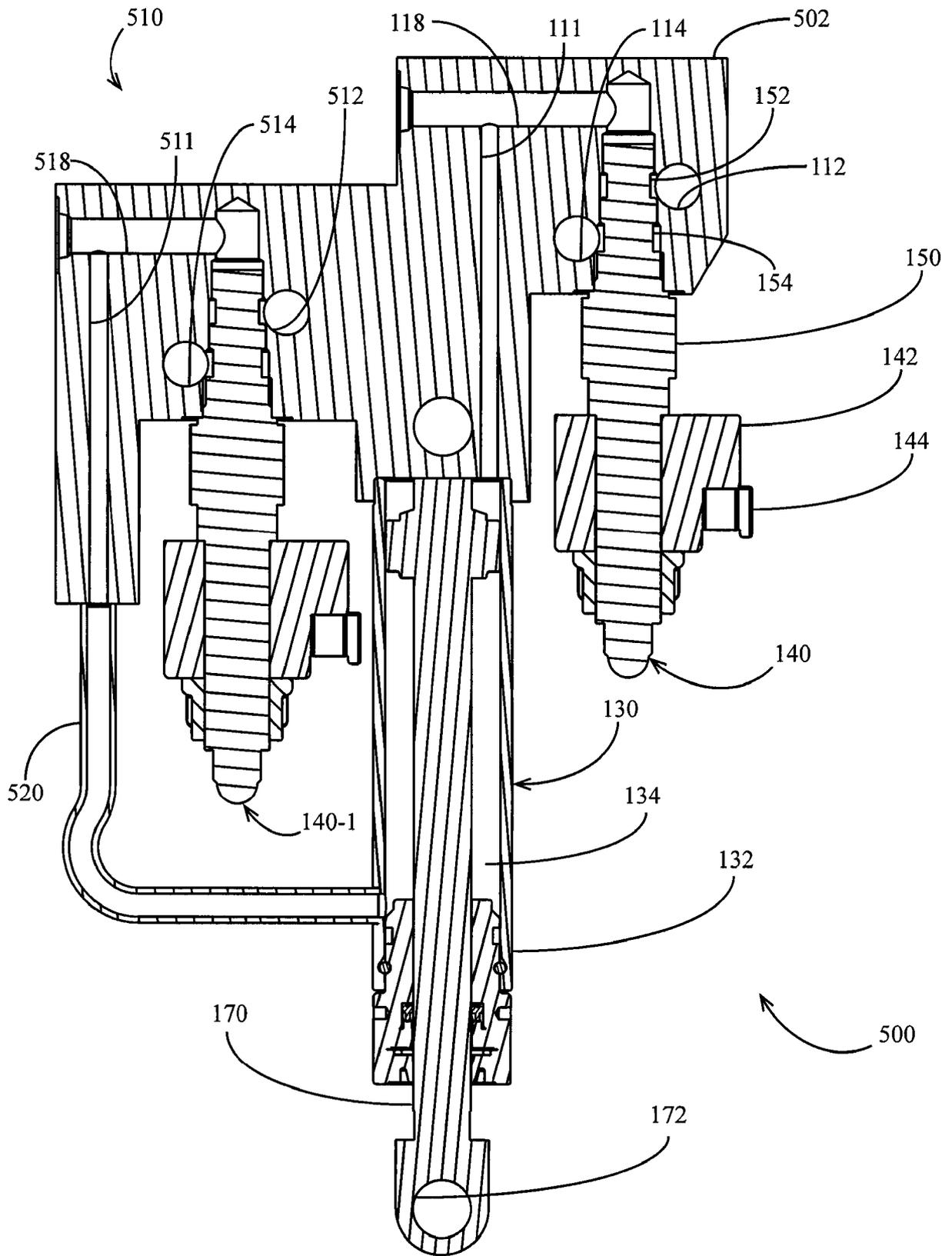


FIG. 5

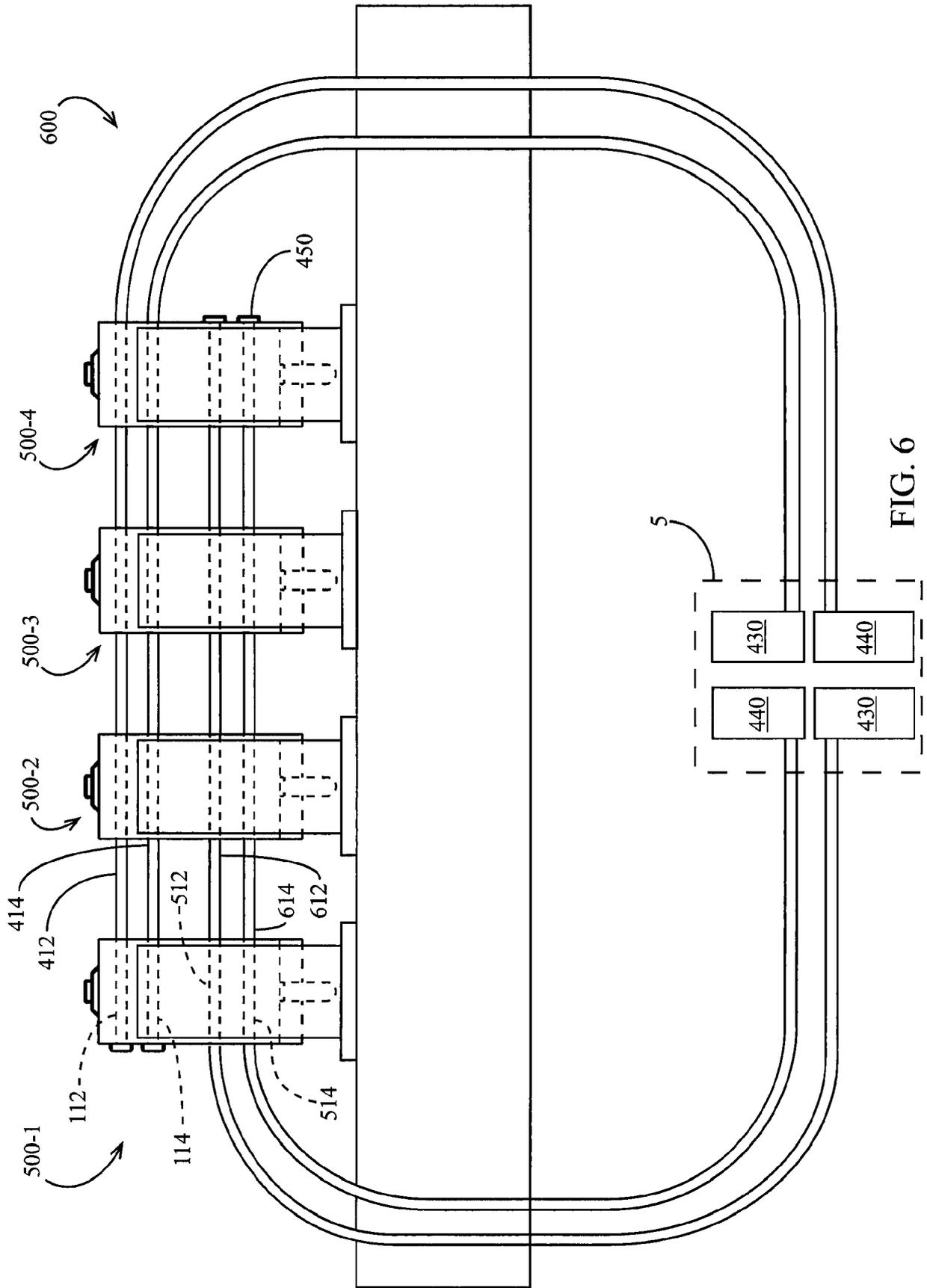


FIG. 6

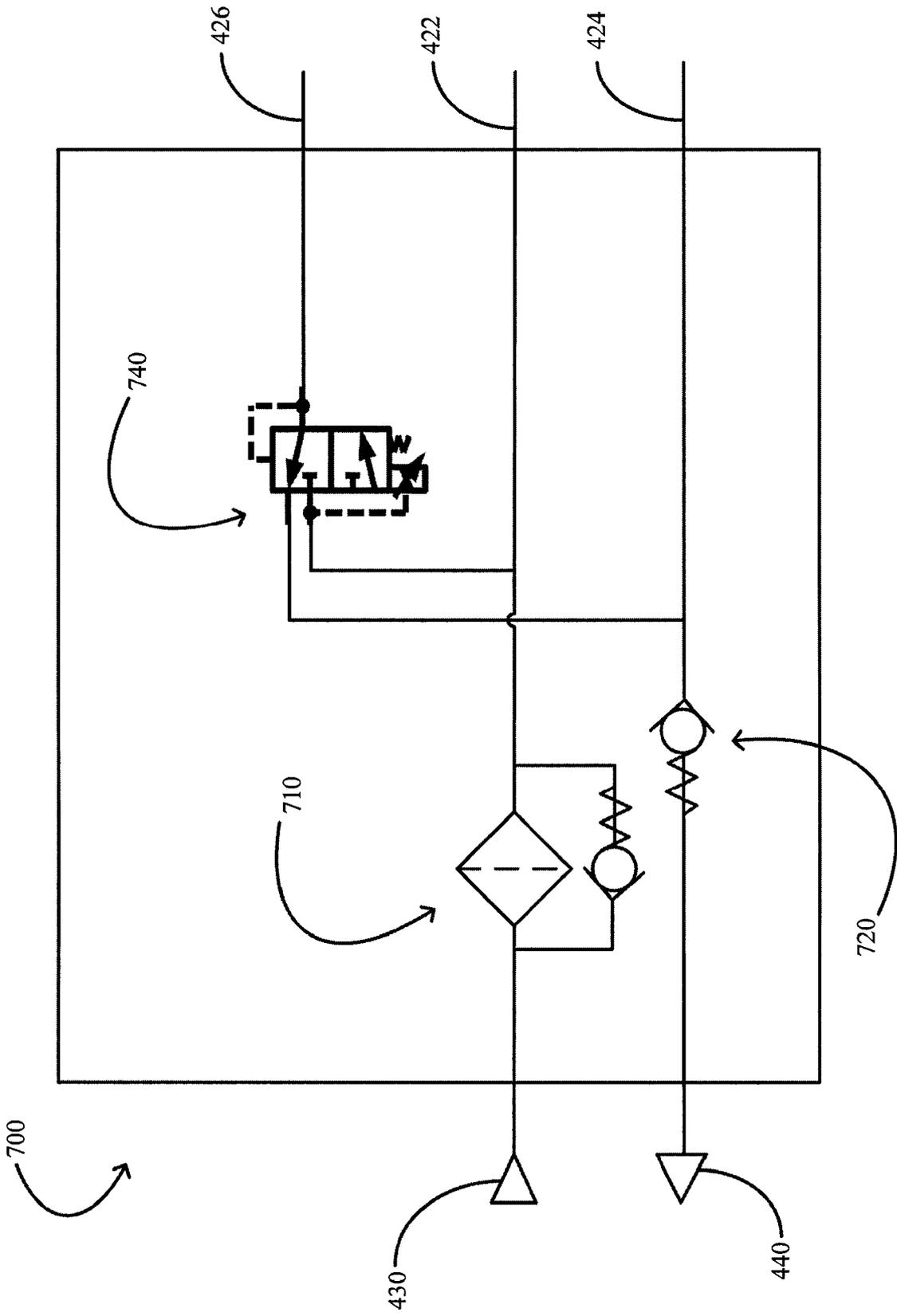


FIG. 7