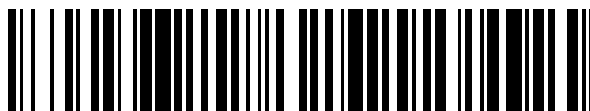


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 006**

51 Int. Cl.:

A01C 5/06 (2006.01)
A01C 7/18 (2006.01)
A01B 13/08 (2006.01)
A01B 63/111 (2006.01)
A01B 63/114 (2006.01)
A01C 7/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2012 E 16180249 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 3106012**

54 Título: **Sembradora agrícola que tiene una pluralidad de unidades de hilera, sistema y método para el control de la fuerza de bajada de unidad de hilera**

30 Prioridad:

05.08.2011 US 201161515700 P

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

26.05.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAUDER, DEREK;
RADTKE, IAN y
STOLLER, JASON**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 763 006 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

Sembradora agrícola que tiene una pluralidad de unidades de hilera, sistema y método para el control de la fuerza de bajada de unidad de hilera

5

Antecedentes

Se reconoce que debe ejercerse una fuerza de bajada suficiente en una unidad de hilera de sembradora para asegurar que se logre la deseada profundidad del surco y compactación de la tierra. Si se aplica una fuerza de bajada excesiva, especialmente en terrenos blandos o húmedos, la tierra puede ser compactada en exceso, lo que puede afectar a la capacidad de germinación de las semillas al abrirse camino a través de la tierra. Si se aplica una fuerza de bajada insuficiente, en particular en terreno duro o seco, la sembradora puede elevarse y salirse de la tierra produciendo una profundidad insuficiente del surco.

10

15

En el pasado, a menudo se empleaban muelles en espiral que se extendían entre los brazos paralelos de las unidades de hilera de la sembradora para proporcionar la fuerza de bajada adicional o “suplementaria” necesaria para asegurar que se logre la deseada profundidad del surco y la compactación de la tierra. Poniendo el muelle en varias posiciones preestablecidas a lo largo de los brazos paralelos, la cantidad de fuerza de bajada ejercida en la unidad de hilera podría incrementarse o disminuirse. Sin embargo, la cantidad de fuerza de bajada suplementaria ejercida por el muelle seguía siendo constante hasta que se recolocaba el muelle. Por ejemplo, cuando la sembradora encontraba terreno duro o seco de modo que se precisaba una fuerza de bajada suplementaria más grande para mantener la profundidad del surco o la deseada compactación de la tierra, el operador tenía que parar y ajustar la posición del muelle con el fin de aumentar la fuerza de bajada suplementaria. Además, durante la operación, a medida que se dispensaba la semilla o el fertilizante presentes en las tolvas, el peso de la unidad de hilera disminuía gradualmente produciendo una reducción correspondiente de la fuerza de bajada total en las ruedas de calibre, porque la fuerza de bajada suplementaria ejercida por el muelle permanecía sustancialmente constante hasta que el muelle se recolocaba manualmente.

20

25

30

Los sistemas más avanzados de control de la fuerza de bajada suplementaria, como el descrito en la Solicitud de Estados Unidos número 12/679.710 (Publicada con el número US2010/0198529) de Sauder y colaboradores (a continuación “la Solicitud ‘710 de Sauder”), miden la deformación en un elemento del mecanismo de ajuste de rueda de calibre para determinar la fuerza ejercida contra las ruedas de calibre para determinar la fuerza de bajada. Sin embargo, los sistemas de control central que aplican una fuerza de bajada suplementaria común a cada unidad de hilera a menudo no logran responder a cargas únicas experimentadas por cada unidad de hilera, de tal manera que se puede aplicar una fuerza de bajada suplementaria insuficiente o excesiva a cualquier unidad de hilera dada.

35

Así, se necesita un sistema de control de fuerza de bajada que mantenga efectivamente una fuerza de bajada deseada en cada unidad de hilera de un utensilio agrícola que tiene una pluralidad de unidades de hilera.

40

US 6.389.999 describe un utensilio de enganche de superficie que tiene un elemento de penetración de superficie, un elemento de regulación de profundidad, un sensor de presión, un procesador y una fuente de presión de bajada variable controlable, estando dispuesto el sensor de presión para detectar la carga sobre el elemento de regulación de profundidad y para comunicar información de carga al procesador. Mediante el procesador, la fuente de presión de bajada controlable puede alterar dinámicamente la presión aplicada a través de la estructura de control de profundidad para producir una presión de bajada excedente deseada y evitar una cantidad indeseablemente grande o pequeña de presión de bajada sobre el elemento de regulación deseado. Una cantidad generalmente deseada de exceso de presión de bajada puede ser mantenida dinámicamente para mantener el elemento de penetración en tierra a una profundidad de penetración generalmente deseada.

45

50

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es una vista en alzado lateral de una realización de una unidad de hilera de sembradora.

La figura 1B es una vista en alzado lateral de la unidad de hilera de sembradora de la figura 1, representándose un elemento de regulación de profundidad.

55

La figura 2 es una vista en planta superior de un tractor y la unidad de hilera de sembradora de la figura 1 que ilustra esquemáticamente una realización de un sistema de control de fuerza de bajada.

60

La figura 3A es una ilustración esquemática más detallada del sistema de control de fuerza de bajada de la figura 2.

La figura 3B es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de control de fuerza de bajada.

La figura 3C es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de control de fuerza de bajada que incorpora un accionador de dos etapas.

65

La figura 3D es una ilustración esquemática de otra realización de un sistema de control de fuerza de bajada que incorpora un accionador de dos etapas y un circuito de regeneración.

La figura 4A ilustra una realización de un flujo de proceso para determinar una presión de bajada.

La figura 4B ilustra una realización de un flujo de proceso para determinar una presión de subida.

La figura 4C ilustra otra realización de un flujo de proceso para determinar una presión de subida.

La figura 4D ilustra rangos de presión para una cámara de accionador.

La figura 5A es una vista en perspectiva de una realización de un accionador de dos etapas.

La figura 5B es una vista en sección transversal del accionador de dos etapas de la figura 5A.

La figura 5C es una vista en sección transversal del accionador de dos etapas de la figura 5A.

La figura 6A ilustra otra realización de un flujo de proceso para determinar una presión de bajada.

La figura 6B ilustra otra realización de un flujo de proceso para determinar una presión de subida.

La figura 7 ilustra otra realización de un flujo de proceso para determinar una presión de subida.

La figura 8 es una ilustración esquemática de una realización de un accionador que incorpora un transductor de presión.

Descripción

La invención proporciona una sembradora agrícola incluyendo un sistema para aplicar una fuerza de bajada a una pluralidad de unidades de hilera como la definida en la reivindicación 1. Características opcionales de la sembradora agrícola son la materia de las reivindicaciones 2 a 9. La invención también proporciona un método de controlar la sembradora agrícola como el definido en la reivindicación 10. Características opcionales del método son la materia de las reivindicaciones 11 a 15.

Sistema de fuerza de bajada de unidad de hilera

Con referencia a los dibujos, donde los números de referencia análogos designan partes idénticas o correspondientes en las distintas vistas, la figura 1A ilustra una vista en alzado lateral de una unidad de hilera 10 de una sembradora 1. Una vista en planta superior de la sembradora 1 se representa en la figura 2 con cuatro unidades de hilera 10 montadas en relación lateralmente espaciada a lo largo de la longitud de una barra de herramientas 2 por articulaciones de brazo paralelas 8 que permiten que cada unidad de hilera se mueva verticalmente independientemente una de otra y con respecto a la barra de herramientas 2. Se deberá entender que la sembradora 1 puede incluir muchas más unidades de hilera y por ello la sembradora de cuatro hileras de la figura 2 se proporciona a efectos de ilustración solamente.

Cada unidad de hilera 10 incluye un bastidor de unidad de hilera que soporta uno o varios depósitos o tolvas 20 para contener semillas, insecticida u otras entradas de cultivo. Cada unidad de hilera 10 incluye discos de apertura 12 para abrir un surco o zanja en la tierra 14 cuando la sembradora es movida a través del campo por un tractor 50. La profundidad de la zanja la establecen ruedas de calibre 18 que avanzan sobre la superficie de la tierra 14.

Pasando a la vista de la figura 1B, las ruedas de calibre 18 están montadas en brazos de rueda de calibre 36 en los ejes 34. Los brazos de rueda de calibre 36 están montados pivotantemente en el bastidor 6 en un punto de pivote 56. Un brazo de ajuste de profundidad 54 está montado pivotantemente en el bastidor 6 alrededor de un pasador 51. El brazo de ajuste de profundidad 54 contacta el brazo de rueda de calibre 36, limitando el recorrido hacia arriba de las ruedas de calibre 18. El operador puede girar el brazo de ajuste de profundidad 54 para regular la posición del brazo de ajuste de profundidad 54 y por ello la altura máxima de las ruedas de calibre 18 con relación al bastidor 6. Se deberá apreciar que otras realizaciones de la unidad de hilera 10 son conocidas en la técnica, tales como las que incluyen ruedas de calibre que "pasan" por encima de obstáculos por medio de un balancín, como se describe en la Patente de Estados Unidos número 5.235.922.

Siguiendo haciendo referencia a la figura 1B, cada unidad de hilera 10 incorpora preferiblemente un sensor de fuerza de bajada 52 para medir un parámetro relacionado con la fuerza vertical entre las ruedas de calibre 18 y la superficie de la tierra 14 y generar una señal de carga relacionada con tal parámetro. El sensor 52 puede incluir cualquier sensor configurado para medir tal parámetro, incluyendo un extensímetro montado en el brazo de rueda de calibre 36 como se ilustra en la figura 1B y como se describe en la Patente de Estados Unidos número 6.701.857 de Jensen. En otras realizaciones, el sensor 52 puede incluir un pasador detector de carga que sustituye al pasador 51

como se describe en la Publicación de Patente de Estados Unidos número US 2010/0180695. Como se ilustra en la figura 2, las señales procedentes de cada uno de los sensores 52-1, 52-2, 52-3, 52-4 son transmitidas mediante un cable de señal 38, que juntos comprenden un cableado de señal 31, al monitor 42 (figura 2) situado preferiblemente en la cabina del tractor 50. Un monitor preferido 42 se describe en la Publicación de Patente de Estados Unidos número US 2010/0010667. El monitor 42 incluye preferiblemente un procesador, memoria, y una interfaz gráfica de usuario ("GUI").

Se deberá apreciar que la fuerza ejercida en las ruedas de calibre 18 representa la fuerza de bajada en la unidad de hilera 10 superior a la fuerza de bajada que requieren los discos de apertura 12 para penetrar en la tierra 14 a una profundidad deseada. Así, en la operación, es deseable mantener un cierto umbral mínimo de fuerza en las ruedas de calibre 18 para asegurar que la unidad de hilera opere a la profundidad deseada. Sin embargo, es deseable mantener la fuerza en ruedas de calibre 18 por debajo de un umbral superior con el fin de minimizar la compactación y no empujar la tierra 14 en la dirección de desplazamiento.

Con el fin de contribuir a mantener niveles óptimos de fuerza de bajada, la unidad de hilera 10 está provista de un accionador 32. El accionador 32 está montado pivotantemente en un primer extremo en la barra de herramientas 2 por una ménsula de montaje. El accionador 32 está montado pivotantemente en un segundo extremo en uno de los brazos de la articulación paralela 8. Una primera línea de fluido 40 está en comunicación de fluido con una cámara de subida 35 (figura 3A) del accionador 32. Una segunda línea de fluido 44 está en comunicación de fluido con una cámara de bajada 33 (figura 3A) del accionador 32. Cuando la presión en la cámara de bajada 33 excede de la presión en la cámara de subida 35, el accionador 32 ejerce una fuerza de bajada en la unidad de hilera 10, incrementando la fuerza en las ruedas de calibre 18. Cuando la presión en la cámara de subida 35 excede de la presión en la cámara de bajada 33, el accionador 32 ejerce una fuerza de subida en la unidad de hilera 10, reduciendo la fuerza ejercida en las ruedas de calibre 18.

Se usa un sistema de control 300 para controlar los accionadores 32. Una línea de suministro de fluido 43 conecta el sistema de control 300 a un orificio de suministro de fluido 376 (figura 3A) de un depósito de fluido (no representado) montado preferiblemente en el tractor 50. Una línea de retorno de fluido 48 conecta el sistema de control 300 a un orificio de retorno de fluido 374 (figura 3A) del depósito de fluido. Un cableado de accionador 45 conecta el monitor 42 al sistema de control 300 para enviar señales de orden de accionador a cada accionador 32 en cada unidad de hilera 10.

Sistema de control de presión

Una realización del sistema de control 300 se ilustra esquemáticamente en la figura 3A. El sistema de control 300 incluye un dispositivo de control de presión de subida 310 en comunicación de fluido con la línea de suministro de fluido 43 y la línea de retorno de fluido 48. El dispositivo de control de presión de subida 310 está en comunicación de fluido con la cámara de subida 35 de cada accionador 32-1, 32-2, 32-3, 32-4. El sistema de control 300 también incluye dispositivos de control de presión de bajada 320. Cada dispositivo de control de presión de bajada 320-1, 320-2, 320-3, 320-4 está en comunicación de fluido con la línea de suministro de fluido 43 y la línea de retorno de fluido 48. Cada dispositivo de control de presión de bajada 320-1 está en comunicación de fluido con la cámara de bajada 33 de un accionador respectivo de los accionadores 32-1, 32-2, 32-3, 32-4. El monitor 42 está preferiblemente en comunicación eléctrica con cada uno de los dispositivos de control de presión de bajada 320 y con el dispositivo de control de presión de subida 310 mediante el cableado de accionador 45. El monitor 42 está configurado preferiblemente para modificar un estado operativo de cada dispositivo de control 310, 320 (por ejemplo, para cambiar la presión ordenada por cada dispositivo de control).

En el funcionamiento, el monitor 42 ordena una presión de bajada individual a cada dispositivo de control de presión de bajada 320 que entonces pone la presión de bajada ordenada en la cámara de bajada 33 del accionador asociado 32. El monitor 42 también ordena una presión de subida común al dispositivo de control de presión de subida 310 que entonces pone la presión de subida común ordenada en las cámaras de subida 35 de cada accionador 32.

En la realización ilustrada en la figura 3B, el dispositivo de control de presión de subida 310 y los dispositivos de control de presión de bajada 320 incluyen válvulas de reducción-alivio de presión tales como el Modelo número TS10-36 fabricado por HydraForce en Lincolnshire, Illinois. En tal realización, la línea de suministro de fluido 43 y la línea de retorno de fluido 48 están en comunicación de fluido con los orificios de presión y depósito, respectivamente, de cada válvula, y el orificio de trabajo de cada válvula está conectado al accionador asociado 32. El monitor 42 está en comunicación eléctrica con un solenoide asociado con cada válvula. En la operación, el monitor 42 envía una corriente de control individual a cada válvula y cada válvula pone una presión proporcional a la corriente de control asociada.

Procesos de control

Dado que la presión de subida en el sistema de control 300 es común a todas las hileras, un proceso de controlar tal sistema pone preferiblemente una presión de subida apropiada en base a la presión de bajada aplicada en cada

hilera. Tal proceso minimiza preferiblemente la aparición de profundidad de siembra perdida en cualquier hilera y minimiza preferiblemente la aparición de excesiva fuerza de bajada en cualquier hilera.

5 Un proceso preferido 400 de determinar y establecer la presión de bajada y la presión de subida deseadas en los accionadores 32 se ilustra en las figuras 4A-4B. El proceso 400 incluye procesos 420 para determinar y ordenar la presión de bajada deseada para cada unidad de hilera 10 y un proceso 450 para determinar y ordenar la presión de subida común deseada para todas las unidades de hilera.

10 Con referencia a la figura 4A, se usa un proceso separado 420 para cada hilera con el fin de determinar la presión de bajada individual a ordenar a cada accionador 32. En el paso 402, el monitor 42 obtiene del sensor asociado 52 la medición de fuerza de bajada actual para la hilera. En el paso 404, el monitor 42 determina preferiblemente una presión neta deseada preferiblemente en base a la medición de fuerza de bajada actual. La presión neta deseada es la suma deseada de la presión de bajada en la cámara de bajada 33 menos la presión de subida en la cámara de subida 35. Con el fin de determinar la presión de bajada requerida para obtener la presión neta deseada, el monitor 15 42 obtiene preferiblemente la presión de subida actualmente ordenada en el paso 406. La presión de subida actualmente ordenada se guarda preferiblemente en la memoria por el proceso 450, como se describe en este documento con respecto a la figura 4B. En el paso 408, el monitor 42 determina una presión de bajada ordenada en base a la presión de subida actualmente ordenada y la presión neta deseada. En el paso 410, el monitor 42 envía una señal de orden al dispositivo de control de presión de bajada 320 relacionado con la presión de bajada 20 ordenada. En el paso 412, el monitor 42 guarda preferiblemente en memoria la nueva presión de bajada ordenada.

Pasando a la figura 4B, un proceso 450 compara preferiblemente la presión de bajada actual en cada hilera con un rango deseado y entonces determina una presión de subida común apropiada a ordenar a los accionadores 32 en base a dichas comparaciones. Una realización de un rango deseado de presión de bajada 480 se ilustra en la figura 25 4D. Como se ilustra, cada cámara de presión de bajada tiene una presión operativa máxima 472. En la realización ilustrada, la presión operativa máxima 472 es aproximadamente 3000 psi (20,7 MPa). Se deberá apreciar a la luz de esta descripción que, si el monitor 42 está ordenando una presión de bajada negativa en una hilera, entonces el proceso 420 ha determinado que dicha hilera necesita más presión de subida que la que está proporcionando a la cámara de subida; es decir, la fuerza de bajada excedente es demasiado alta. Así, el rango deseado 480 tiene 30 preferiblemente un mínimo 484 aproximadamente igual a cero. Por el contrario, si el monitor 42 está ordenando una presión de bajada más grande que la presión operativa máxima de la cámara de bajada, entonces la presión de subida tiene que reducirse con el fin de mantener la profundidad en dicha hilera. Así, el rango deseado 480 tiene un máximo 482 aproximadamente igual a la presión operativa máxima 472.

35 También se deberá apreciar que, dado que los sistemas hidráulicos tardan una cierta cantidad de tiempo en reaccionar a las órdenes, puede ser deseable comenzar a modificar la presión de subida cuando la presión de bajada en una hilera dada se aproxime a cero o a la presión operativa máxima de la cámara de bajada. Así, una segunda realización de un rango deseado de presión de bajada 490 se ilustra en la figura 4D. El rango deseado 490 tiene un máximo 492 que es menos de la presión operativa máxima 472 en una banda superior 495. El rango 40 deseado 490 tiene un mínimo 494 que es más grande que la presión operativa máxima 472 en una banda inferior 493. Las magnitudes de la banda inferior 493 y la banda superior 495 se eligen para que el sistema de control 300 pueda cambiar de forma proactiva la presión de subida sin hacer cambios innecesarios o demasiado frecuentes en la presión de subida.

45 Así, volviendo a la figura 4B y el proceso 450 para determinar la presión de subida, el monitor 42 obtiene la presión de bajada actualmente ordenada para cada hilera en el paso 432. La presión de bajada actualmente ordenada se guarda preferiblemente en memoria por el proceso 420 explicado en este documento con respecto a la figura 4A. En el paso 434, el monitor 42 determina si la presión de bajada en cualquiera de los accionadores 32 está fuera de un rango deseado. Si la presión de bajada está dentro del rango deseado para todos los accionadores, entonces, en el 50 paso 436, el monitor 42 retiene preferiblemente la presión de subida actualmente ordenada y, en el paso 446, guarda preferiblemente en memoria la presión de subida actualmente ordenada.

Si la presión de bajada está fuera del rango deseado para al menos un accionador, entonces, en el paso 438, el monitor 42 determina si una o varias hileras están por encima o por debajo del rango deseado. Si al menos una 55 hilera está por encima del rango deseado y ninguna hilera está por debajo del rango deseado, entonces, en el paso 440, el monitor 42 ordena preferiblemente una disminución de la presión de subida y, en el paso 446, guarda preferiblemente en memoria la nueva presión de subida ordenada. Si al menos una hilera está por debajo del rango deseado y ninguna hilera está por encima del rango deseado, entonces, en el paso 444, el monitor 42 ordena preferiblemente un aumento de la presión de subida y, en el paso 446, guarda preferiblemente en memoria la nueva 60 presión de subida ordenada. Si al menos una hilera está por encima del rango deseado y al menos una hilera está por debajo del rango deseado, entonces, en el paso 442, el monitor 42 ordena preferiblemente una disminución de la presión de subida y, en el paso 446, guarda preferiblemente en memoria la nueva presión de subida ordenada. Disminuir la presión de subida en el paso 442 es preferible porque donde una primera hilera tiene una presión de bajada excesiva y una segunda hilera tiene una presión de bajada insuficiente, el posible costo económico en la 65 primera hilera (debido a pérdida de profundidad y posible colocación de las semillas encima de la tierra) es

generalmente más grande que el posible costo económico en la segunda hilera (debido a excesiva compactación de la tierra o pobre definición de la zanja).

En una realización alternativa del proceso 450, más bien que retener la presión de subida actual en el paso 436 cuando todas las hileras están dentro del rango deseado, el sistema realiza un proceso alternativo 436' ilustrado en la figura 4C. En el paso 462, el monitor 42 mide la presión de bajada en los accionadores 32. En el paso 464, el monitor 42 compara el valor medio de la presión de bajada con una presión operativa de rango medio 473 (figura 4D) asociada con los accionadores 32. En algunas realizaciones, la presión operativa de rango medio 473 es la mitad de la presión operativa máxima 472. Si la presión de bajada media está por debajo de la presión operativa de rango medio 473, entonces, en el paso 468, el monitor 42 ordena un aumento de la presión de subida. El aumento de la presión de subida tenderá a aumentar la presión de bajada media en los accionadores 32. Igualmente, si la presión de bajada media está por encima de la presión operativa de rango medio 473, entonces, en el paso 466, el monitor 42 ordena una reducción de la presión de subida. La disminución de la presión de subida tenderá a disminuir la presión de bajada media en los accionadores 32. Se deberá apreciar a la luz de esta descripción que mantener la presión de bajada media en los accionadores 32 a o cerca de la presión operativa de rango medio 473 de los accionadores permitirá al sistema reaccionar más efectivamente a los cambios de la presión neta deseada. Así, si la presión de bajada media es sustancialmente igual a la presión operativa de rango medio 473, entonces, en el paso 470, el monitor 42 retiene la presión de subida actual.

En el proceso 420 descrito anteriormente con referencia a la figura 4A, la presión de subida se obtiene directamente a modo de "realimentación" y se usa (además de la medición de fuerza de bajada actual) al determinar una nueva presión de subida ordenada. Sin embargo, en el paso 406, el paso de obtener la presión de subida actual podría eliminarse en algunas realizaciones del proceso 420, dando lugar a un sistema de realimentación en el que los efectos de los cambios de la presión de subida se toman en cuenta después de que afecten a la medición de fuerza de bajada actual. En tales realizaciones, el paso de determinar una presión neta deseada en el paso 404 también podría eliminarse de modo que el monitor 42 determine simplemente una nueva presión de bajada (o cambio de la presión de bajada) en base a la medición de fuerza de bajada actual.

Sistemas y procesos de control alternativos

En las realizaciones de sistema de las figuras 3A y 3B, la presión de bajada es controlada individualmente mientras que la presión de subida es controlada por un solo dispositivo de control. Sin embargo, en otras realizaciones que no forman parte de la invención, la presión de subida es controlada individualmente mientras que la presión de bajada en todas las hileras es controlada por un solo dispositivo de control. Sin embargo, si un lado del accionador 32 ha de ser controlado en base por hilera, es preferible controlar las cámaras de presión de bajada individualmente (como en las figuras 3A y 3B) porque mantener la profundidad por la adición oportuna de fuerza de bajada donde sea necesario es más importante económica y agronómicamente que la extracción oportuna de fuerza de bajada excedente.

En otras realizaciones que no forman parte de la invención, ambas presiones de subida y bajada pueden ser controladas individualmente por dos válvulas de reducción-alivio de presión asociadas con cada hilera. Tales realizaciones implican un costo significativamente incrementado del sistema porque hay que usar una válvula adicional para cada hilera de la sembradora. Igualmente, la presión de subida puede ser controlada en común para cualquier número de hileras entre dos y el número de hileras en la barra de herramientas (por ejemplo, la presión de subida puede ser controlada por separado para cada una de tres secciones de la sembradora).

En otras realizaciones del sistema de control 300 ilustrado en la figura 3A, el dispositivo de control de elevación 310 y los dispositivos de control de presión de bajada 320 incluyen servoválvulas electrohidráulicas de control de flujo. En tales realizaciones, cada servoválvula de control de flujo está preferiblemente en comunicación eléctrica con el monitor 42. En otras realizaciones, cada uno del dispositivo de control de elevación 310 y los dispositivos de control de presión de bajada 320 incluye tanto una servoválvula de control de flujo electrohidráulico como un sensor de presión en comunicación de fluido con un sensor de presión. En tales realizaciones, cada servoválvula de control de flujo y cada uno de los sensores de presión están preferiblemente en comunicación eléctrica con el monitor 42.

En el proceso 400 descrito anteriormente, el proceso 420 para controlar la presión de bajada incluye un bucle de realimentación en el que la entrada es la medición de fuerza de bajada actual de cada hilera. Sin embargo, se deberá apreciar que, en realizaciones que no forman parte de la invención, donde la presión de subida en cada accionador es controlada en base por hilera y la presión de bajada es controlada por un dispositivo común de control, la presión de subida la determina preferiblemente un bucle de realimentación similar al proceso 420 usando la medición de fuerza de bajada actual de cada hilera. En tales realizaciones, la presión de bajada es controlada preferiblemente por un proceso similar al proceso 450, pero supervisando la presión de subida ordenada a cada hilera con el fin de determinar y ordenar una presión de bajada común.

En realizaciones que no forman parte de la invención, en las que ambas presiones de subida y bajada de cada accionador son controladas por dispositivos individuales de control en cada hilera, ambas presiones de bajada y subida de cada accionador son controladas preferiblemente por un proceso similar al proceso 420.

Como se ilustra en el proceso 700 de la figura 7, la presión de subida puede ser controlada comparando cualquier criterio relacionado con la penetración en tierra por los discos de apertura en cada hilera con un rango deseado. Se deberá apreciar que, en la realización de las figuras 4A y 4B, el criterio de penetración en tierra es igual a (o se deriva de) la presión de bajada ordenada en cada hilera. Sin embargo, en otras realizaciones, este criterio puede estar relacionado con (o ser derivado de) alguna de las siguientes, sin limitación: una orden de presión neta (determinada en el paso 404 de la figura 4A), la lectura de sensor 52 (que indica la fuerza vertical en las ruedas de calibre 18 en cada hilera), o la presión de bajada real en la cámara de presión de bajada 33 de cada accionador 32 (medida, por ejemplo, por un transductor de presión 800, tal como los que pueden obtenerse de Gems Sensors and Controls de Plainville, CT, incorporados en cada accionador como se ilustra en la figura 8). Sea cual sea el criterio obtenido en el paso 732, el criterio en cada hilera se compara preferiblemente con un rango deseado en el paso 734. Si el criterio de penetración en tierra está dentro de rango para todas las hileras, entonces la presión de subida actual es retenida en el paso 736. Si el criterio de penetración en tierra está fuera de rango para cualquier hilera, entonces, en el paso 738, el monitor 42 determina si el criterio de penetración en tierra es alto o bajo para cada hilera. Si el criterio de penetración en tierra para al menos una hilera es alto (indicando que se necesita más fuerza para penetrar en la tierra a la profundidad deseada) y no es bajo para ninguna hilera, entonces la presión de subida se reduce en el paso 740. Si el criterio de penetración en tierra para al menos una hilera es bajo (indicando que se está aplicando más fuerza de la necesaria para penetrar la tierra a la profundidad deseada) y no es alto para ninguna hilera, entonces la presión de subida se incrementa en el paso 744. Si el criterio de penetración en tierra para al menos una hilera es bajo y es alto para al menos otra hilera, entonces la presión de subida se reduce preferiblemente en el paso 742 porque, como se explica en este documento, el costo económico de la presión de bajada excesiva es generalmente menor que el asociado con pérdida de profundidad. Se deberá apreciar que, en el paso 742, el sistema de control 300 elige una de dos acciones indeseables (por ejemplo, elige reducir la presión de subida más bien que aumentar la presión de subida) en base a un costo económico o agronómico estimado de ambas acciones indeseables. En otras realizaciones, el costo económico relativo de perder profundidad en un número dado de hileras se compara con el costo económico de una fuerza de bajada excesiva en otro número de hileras, y la presión de subida se modifica en base a dicha comparación. En cada caso, en el paso 746, la presión de subida ordenada se guarda preferiblemente en memoria para uso al determinar la presión de bajada deseada en cada hilera (como se ilustra en la figura 4A).

Mientras el proceso 700 determina la presión de subida apropiada como se ha descrito anteriormente, la presión de bajada deseada en cada hilera se determina preferiblemente y ordena como se describe en este documento con respecto a la figura 4A. Así, se deberá apreciar a la luz de esta descripción que, donde el criterio de penetración en tierra es la lectura procedente del sensor 52 (es decir, la fuerza vertical en las ruedas de calibre 18), una lectura más alta del sensor corresponderá a menos fuerza de penetración requerida (y viceversa) de tal manera que el criterio de penetración en tierra derivado de la lectura del sensor está preferiblemente inversamente relacionado con la lectura del sensor y puede ser derivado, por ejemplo, invirtiendo la lectura del sensor.

Se deberá apreciar a la luz de esta descripción que, aunque un criterio dado de penetración en tierra puede estar relacionado con las condiciones de la tierra, tal como la dureza o la humedad de la tierra, tal criterio puede cambiar con respecto a las condiciones constantes de la tierra. Por ejemplo, donde el peso de una unidad de hilera individual disminuye debido a descarga de entradas de cultivo durante operaciones de siembra, puede requerirse más fuerza suplementaria para penetrar en la tierra con los discos de apertura 12. Además, un criterio de penetración en tierra puede representar una fuerza suplementaria requerida para penetrar la tierra o una cantidad de fuerza aplicada en exceso de la fuerza requerida para penetrar en la tierra; por ejemplo, en algunas realizaciones, la magnitud de un criterio positivo puede estar relacionada con la cantidad de fuerza adicional requerida para penetrar en la tierra, mientras que la magnitud de un criterio negativo puede estar relacionada con la cantidad de fuerza aplicada en exceso de la fuerza requerida para penetrar en la tierra. En algunas realizaciones, el criterio también puede ser booleano, por ejemplo, puede tener uno de dos valores dependiendo de si la tierra ha sido penetrada a plena profundidad; tales realizaciones pueden usar un interruptor de contacto (por ejemplo, dispuesto entre los brazos de rueda de calibre 36 y el tope 60) para determinar si la tierra está ejerciendo alguna fuerza en las ruedas de calibre 18.

También se deberá apreciar a la luz de esta descripción que, en métodos alternativos, pueden consultarse múltiples criterios de penetración en tierra al determinar una presión de subida apropiada.

Además, la magnitud de los ajustes incrementales hechos en la presión de subida y presión de bajada, como se describe en este documento, puede ser determinada por un PID, PI o controladores similares, como los conocidos en la técnica.

Sistema de fuerza de bajada de cilindro de dos etapas

Una realización alternativa del sistema de control 300 se ilustra en la figura 3C. Se ilustran dos hileras. En el sistema de control 300' de la figura 3C, cada accionador 32 es sustituido por un accionador de dos etapas 500. El accionador de dos etapas 500 incluye una cámara de subida 535, una cámara de bajada primaria 515 y una cámara de bajada suplementaria 525. Las cámaras de bajada primarias 515 de los accionadores de dos etapas 500 están

preferiblemente en comunicación de fluido con los orificios de suministro de fluido y de retorno de fluido 376, 374 mediante dispositivos individuales de control de presión de bajada 320. Las cámaras de subida 535 están preferiblemente en comunicación de fluido con los orificios de suministro de fluido y de retorno de fluido 376, 374 mediante un dispositivo común de control de presión de elevación 310. Las cámaras de bajada suplementarias 525 están preferiblemente en comunicación de fluido con los orificios de suministro de fluido y de retorno de fluido 376, 374 mediante un dispositivo común de control de presión de bajada suplementaria 315.

Los dispositivos de control 310, 315, 320 pueden incluir válvulas de reducción-alivio de presión. El monitor 42 está en comunicación eléctrica con los dispositivos de control 310, 315, 320, preferiblemente por una conexión eléctrica con un solenoide asociado con cada dispositivo de control.

El accionador de dos etapas 500 se ilustra en detalle en las figuras 5A y 5B. El accionador 500 incluye un cabezal 560 y una varilla 550. El cabezal 560 incluye la cámara de bajada primaria 515 en comunicación de fluido con un orificio de cámara de bajada primaria 510, la cámara de bajada suplementaria 525 en comunicación de fluido con un orificio de cámara de bajada suplementaria 520, y la cámara de subida 535 en comunicación de fluido con un orificio de cámara de subida 530. La varilla 550 está montada en una varilla interior 540. La varilla interior 540 se recibe deslizantemente dentro del cabezal 560. La varilla interior 540 incluye una superficie anular superior 544 que define una superficie superior de la cámara de subida 535. La varilla interior 540 incluye una superficie anular inferior 542 que define una superficie inferior de la cámara de bajada suplementaria 525. La varilla interior 540 también incluye una superficie de cámara de bajada primaria 541 que se extiende a la cámara de bajada primaria 525. El cabezal 560 incluye preferiblemente un agujero de montaje 590 para montaje en la barra de herramientas 2. Como se ilustra con respecto al accionador 32 en la figura 1A, la varilla 550 está montada preferiblemente en la unidad de hilera 10 para transmisión de fuerzas verticales desde la barra de herramientas 2 a la unidad de hilera 10.

En la operación del accionador de dos etapas 500, cuando la presión aumenta en la cámara de subida 535, la presión incrementada en la superficie anular superior 544 crea una fuerza de subida en la varilla interior 540 y por ello en la varilla 550. Cuando la presión aumenta en la cámara de bajada primaria 515, el aumento de presión en la superficie de la cámara de bajada primaria 541 crea una fuerza de bajada en la varilla interior 540 y por ello en la varilla 550. Cuando la presión aumenta en la cámara de bajada suplementaria 525, la presión incrementada en la superficie inferior anular 542 crea una fuerza de bajada en la varilla interior 540 y por ello en la varilla 550.

Con referencia a la figura 5C, las superficies 541, 542, 544 tienen zonas superficiales A541, A542, A544, respectivamente. Igualmente, las presiones variables de fluido en las cámaras 515, 525, 535 se indican con los números de referencia P515, P525, P535, respectivamente. Así, una fuerza vertical neta F en la varilla 550 puede ser expresada de la siguiente manera:

$$F = P_{515}A_{541} + P_{525}A_{542} - P_{535}A_{544}$$

Se deberá apreciar a la luz de esta descripción que el accionador de dos etapas 500 permite que el sistema de control opere con menos flujo de fluido acumulativo. Se puede hacer ajustes más pequeños, más frecuentes, en la fuerza vertical neta F ajustando la presión de bajada primaria, mientras que se puede hacer ajustes más grandes en la fuerza de bajada ajustando la presión de bajada suplementaria cuando sea necesario. Cuando aumenta el diámetro D540 de la varilla interior 540 (es decir, cuando la zona A541 aumenta y la zona A542 disminuye), aumenta la fuerza de bajada por hilera variable máxima y disminuye la cantidad de flujo compartido entre los cilindros 500.

Métodos de control de cilindro de dos etapas

En la operación del sistema de control 300' de la figura 3C, el dispositivo de control de presión de bajada primaria 310 proporciona una presión de bajada primaria individual a cada accionador 500. Cuando la presión de bajada total deseada para cualquier hilera es más grande que la presión que puede ser proporcionada por la presión manométrica individual, el dispositivo de control de presión de bajada suplementaria 315 incrementa la presión de bajada suplementaria común en la cámara de bajada suplementaria de presión 525 para todas las hileras. Como sucede con el sistema de control de las figuras 3A y 3B, cuando la presión de bajada total deseada para cualquier hilera es negativa, el dispositivo de control de presión de subida 310 incrementa la presión de subida común en la cámara de presión de subida 535 para todas las hileras.

Un proceso preferido 600 de controlar el sistema de control 300' de la figura 3C se ilustra en las figuras 6A y 6B.

Con referencia a la figura 6A, los procesos 620 se usan para ordenar una presión de bajada primaria para cada hilera en base a la medición de la fuerza de bajada en dicha hilera y preferiblemente en base a las presiones de subida y de bajada suplementaria realimentadas desde el proceso 650 (figura 6B). En el paso 602, el monitor 42 obtiene del sensor asociado 52 la medición de fuerza de bajada actual para la hilera. En el paso 604, el monitor 42 determina una presión neta deseada preferiblemente en base a la medición de la fuerza de bajada actual. La presión neta es la suma de las presiones de bajada en las cámaras de bajada primaria y suplementaria 515, 525 menos la

presión de subida en la cámara de subida 535. Con el fin de determinar la presión de bajada primaria requerida para obtener la presión neta deseada, el monitor 42 obtiene la presión de subida actualmente ordenada y la presión de bajada suplementaria en el paso 606. En el paso 608, el monitor 42 determina una presión de bajada primaria ordenada en base a la presión de bajada primaria y la presión de subida actualmente ordenadas y la presión neta deseada. En el paso 610, el monitor 42 envía una señal de orden al dispositivo de control 320 relacionado con la presión de bajada primaria ordenada. En el paso 612, el monitor 42 guarda preferiblemente en memoria la nueva presión de bajada primaria ordenada. Se deberá apreciar que los procesos 620 son similares a los procesos 420 aquí descritos, a excepción de que se consultan tanto la presión de subida ordenada como la presión de bajada suplementaria y se ordena una presión de bajada primaria.

Pasando a la figura 6B, se ilustra un proceso 650 para determinar la presión de subida y la presión de bajada suplementaria. En el paso 632, el monitor 42 obtiene la presión de bajada primaria actualmente ordenada para cada hilera. La presión de bajada primaria actualmente ordenada se guarda preferiblemente en memoria por el proceso 620 explicado en este documento con respecto a la figura 6A. En el paso 634, el monitor 42 determina si la presión de bajada primaria en alguno de los accionadores 500 está fuera de un rango deseado. El rango deseado puede ser similar a alguno de los rangos deseados descritos con respecto a la figura 4D, a excepción de que el rango deseado está asociado con la cámara de presión de bajada primaria 515. Si la presión de bajada primaria está dentro del rango deseado para todos los accionadores, entonces, en el paso 636, el monitor 42 retiene preferiblemente la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas y, en el paso 646, guarda preferiblemente en memoria la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas.

Si la presión de bajada está fuera del rango deseado para al menos un accionador, entonces, en el paso 638, el monitor 42 determina si una o varias hileras están por encima o por debajo del rango deseado. Si al menos una hilera está por debajo del rango deseado y ninguna hilera está por encima del rango deseado, entonces, en el paso 643, el monitor 42 reduce preferiblemente la presión de bajada suplementaria ordenada. En el paso 644, el monitor 42 determina si la presión de bajada suplementaria ordenada es negativa. Si la presión de bajada suplementaria ordenada es negativa, entonces, en el paso 645, el monitor 42 aumenta preferiblemente la presión de subida ordenada y en el paso 646 guarda preferiblemente en memoria la presión de subida y la presión de bajada suplementaria actualmente ordenadas. Si la presión de bajada suplementaria ordenada no es negativa, entonces, en el paso 646, el monitor 42 guarda preferiblemente en memoria la presión de subida y la presión de bajada suplementaria actualmente ordenadas, sin ajustar la presión de bajada suplementaria ordenada.

Si al menos una hilera está por encima del rango deseado y ninguna hilera está debajo del rango deseado, entonces, en el paso 640, el monitor 42 ordena preferiblemente una disminución de la presión de subida. En el paso 649, el monitor 42 determina preferiblemente si la presión de subida ordenada resultante es negativa. Si la presión de subida actualmente ordenada es negativa, entonces, en el paso 652, el monitor 42 ordena preferiblemente un aumento de la presión de bajada suplementaria y en el paso 646 guarda preferiblemente en memoria la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas. Si la presión de subida actualmente ordenada no es negativa, entonces, en el paso 646, el monitor 42 guarda preferiblemente en memoria la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas en memoria, sin modificar la presión de bajada suplementaria.

Si al menos una hilera está por encima del rango deseado y al menos una hilera está por debajo del rango deseado, entonces, en el paso 642, el monitor 42 ordena preferiblemente una disminución de la presión de subida. En el paso 649, el monitor 42 determina preferiblemente si la presión de subida ordenada resultante es negativa. Si la presión de subida actualmente ordenada es negativa, entonces, en el paso 652, el monitor 42 ordena preferiblemente un aumento de la presión de bajada suplementaria y, en el paso 646, guarda preferiblemente en memoria la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas. Si la presión de subida actualmente ordenada no es negativa, entonces, en el paso 646, el monitor 42 guarda preferiblemente en memoria la presión de bajada suplementaria y la presión de subida actualmente ordenadas, sin modificar la presión de bajada suplementaria.

Se deberá apreciar a la luz de esta descripción que el proceso 650 no presuriza preferiblemente las cámaras de presión de subida y las cámaras de presión de bajada suplementarias simultáneamente. El proceso 650 reduce la presión de bajada suplementaria a cero antes de incrementar la presión de subida. Cuando la presión de subida ordenada es más negativa, la presión de subida determinada en el paso 645 aumenta. Igualmente, el proceso 650 reduce la presión de subida a cero antes de incrementar la presión de bajada suplementaria. Cuando la presión de subida ordenada es más negativa, la fuerza de bajada suplementaria determinada en el paso 652 aumenta.

Sistemas de control regenerativo

Como se ha explicado anteriormente, el sistema de control 300' de la figura 3C proporciona una presión de subida común o una presión de bajada suplementaria común a todas las hileras. En algunos escenarios, el monitor 42 puede determinar que se requiere presión de subida cuando la presión de bajada suplementaria está siendo aplicada actualmente, y viceversa. Con el fin de disminuir el tiempo y el flujo de fluido requeridos para detener la aplicación de presión de bajada suplementaria e iniciar la aplicación de presión de subida (o viceversa), el sistema

de control 300" de la figura 3D permite selectivamente la regeneración (es decir, el flujo directo) entre las cámaras de bajada suplementarias 525 y las cámaras de subida 535.

5 En el sistema de control 300" de la figura 3D, las cámaras de bajada suplementarias están colocadas en comunicación de fluido por un dispositivo de control 317. El dispositivo de control 317 es preferiblemente una válvula de control de flujo y resorte bidireccional accionada por solenoide, pero en algunas realizaciones incluye un orificio fijo. Un dispositivo de control 311 está en comunicación de fluido con el dispositivo de control de presión de subida 310 y las cámaras de subida 535. Un dispositivo de control 316 está en comunicación de fluido con el dispositivo de control de presión de bajada suplementaria 315 y las cámaras de bajada suplementarias 525. Los dispositivos de control 311, 316 son preferiblemente válvulas de resorte bidireccionales accionadas por solenoide, tal como Modelo número SV08-28 que se puede obtener de Hydraforce en Lincolnshire, Illinois. Los solenoides de los dispositivos de control 311, 316, 317 están en comunicación eléctrica con el monitor 42.

15 En la operación del sistema de control 300" de la figura 3D, el monitor 42 modifica los parámetros operativos de los dispositivos de control 311, 316, 317 con el fin de permitir el flujo entre las cámaras de bajada suplementarias 525 y las cámaras de subida 535. Para permitir que fluya fluido desde la cámara de bajada suplementaria 525 a la cámara de subida 535, el dispositivo de control 311 se abre (o permanece abierto), el dispositivo de control 316 se cierra, y el dispositivo de control 317 se abre. Para permitir que fluya fluido desde la cámara de subida 535 a la cámara de bajada suplementaria 525, el dispositivo de control 311 se cierra, el dispositivo de control 316 se abre (o permanece abierto), y el dispositivo de control 317 se abre. Con el fin de evitar el flujo regenerativo, el dispositivo de control 317 se cierra y los dispositivos de control 311, 316 se abren (o permanecen abiertos), convirtiendo efectivamente el sistema de control 300" de la figura 3D en un sistema de control 300 de la figura 3C.

25 Aunque los sistemas, métodos y aparato aquí descritos se han descrito primariamente como hidráulicos, se deberá apreciar que la presente descripción podría ser usada para implementar un sistema neumático similar. Por ejemplo, en algunas realizaciones los cilindros aquí descritos son sustituidos por cilindros neumáticos o bolsas de aire y las válvulas aquí descritas son sustituidas por válvulas neumáticas que tienen una funcionalidad equivalente. También se deberá entender que la sembradora 1 con unidades de hilera 10 podría ser cualquier utensilio agrícola con unidades lateralmente espaciadas que se muevan verticalmente con respecto a la barra de herramientas y donde se desee que tengan una fuerza de bajada variable para las unidades lateralmente espaciadas.

35 La descripción anterior se ha presentado para que los expertos en la técnica puedan hacer y usar la invención y se ofrece en el contexto de una solicitud de patente y sus requisitos. Varias modificaciones de la realización preferida del aparato, y los principios generales y características del sistema y métodos aquí descritos serán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica. Así, la presente invención no se ha de limitar a las realizaciones del aparato, sistema y métodos descritos anteriormente e ilustrados en las figuras del dibujo, sino que se le ha de dar el alcance más amplio coherente con el alcance de la invención, definido por las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Una sembradora agrícola (1) que tiene una pluralidad de unidades de hilera (10), incluyendo cada unidad de hilera un bastidor de unidad de hilera, discos de apertura (12) para abrir una zanja en la tierra cuando la sembradora (1) es movida a través de un campo, y ruedas de calibre (18) para establecer la profundidad de la zanja, incluyendo la sembradora (1) un sistema (300) para aplicar fuerza de bajada a la pluralidad de unidades de hilera, incluyendo el sistema (300):
- 5 un primer accionador (32-1), teniendo dicho primer accionador (32-1) la finalidad de aplicar fuerza a una primera unidad de hilera (10), incluyendo dicho primer accionador (32-1) una primera cámara de bajada (33) y una primera cámara de subida (35), tendiendo la presión en dicha primera cámara de bajada (33) a oponerse a la presión en dicha primera cámara de subida (35);
- 10 un segundo accionador (32-2), teniendo dicho segundo accionador (32-2) la finalidad de aplicar fuerza a una segunda unidad de hilera (10), incluyendo dicho segundo accionador (32) una segunda cámara de bajada (33) y una segunda cámara de subida (35), tendiendo la presión en dicha segunda cámara de bajada (33) a oponerse a la presión en dicha segunda cámara de subida (35);
- 15 un primer dispositivo de control de presión de bajada (320-1) en comunicación de fluido con dicha primera cámara de bajada (33) para controlar la presión en dicha primera cámara de bajada (33), incluyendo el primer dispositivo de control de presión de bajada (320-1) una válvula de reducción-alivio de presión que tiene un orificio de presión en comunicación de fluido con una línea de suministro de fluido (43), un orificio de depósito en comunicación de fluido con una línea de retorno de fluido (48) y un orificio de trabajo conectado a la primera cámara de bajada (33);
- 20 un segundo dispositivo de control de presión de bajada (320-2) en comunicación de fluido con dicha segunda cámara de bajada (33) para controlar la presión en dicha segunda cámara de bajada (33), incluyendo el segundo dispositivo de control de presión de bajada (320-2) una válvula de reducción-alivio de presión que tiene un orificio de presión en comunicación de fluido con la línea de suministro de fluido (43), un orificio de depósito en comunicación de fluido con la línea de retorno de fluido (48) y un orificio de trabajo conectado a la segunda cámara de bajada (33);
- 25 un dispositivo de control de presión de subida (310) en comunicación de fluido con dicha primera cámara de subida (35) y dicha segunda cámara de subida (35) para controlar la presión en dicha primera cámara de subida (35) y dicha segunda cámara de subida (35), incluyendo el dispositivo de control de presión de subida (310) una válvula de reducción-alivio de presión que tiene un orificio de presión en comunicación de fluido con la línea de suministro de fluido (43), un orificio de depósito en comunicación de fluido con la línea de retorno de fluido (48) y un orificio de trabajo conectado a las cámaras de subida primera y segunda (35); y
- 30 una circuitería de procesamiento (42) en comunicación eléctrica con un solenoide asociado con cada válvula de reducción-alivio de presión de dicho primer dispositivo de control de fuerza de bajada (320-1), dicho segundo dispositivo de control de fuerza de bajada (320-2), y dicho dispositivo de control de presión de subida (310), estando configurada dicha circuitería de procesamiento (42) para modificar un estado operativo de dicho primer dispositivo de control de fuerza de bajada (320-1), dicho segundo dispositivo de control de fuerza de bajada (320-2), y dicho dispositivo de control de subida (310) enviando una corriente de control individual a cada válvula de reducción-alivio de presión para hacer que cada válvula de reducción-alivio de presión establezca una presión proporcional a la corriente de control asociada.
- 35 40 45
2. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 1, donde dicha circuitería de procesamiento (42) está configurada además para:
- 50 determinar un primer criterio de penetración en tierra asociado con dicha primera unidad de hilera (10);
- determinar un segundo criterio de penetración en tierra asociado con dicha segunda unidad de hilera (10);
- 55 determinar si dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de un rango predeterminado; y
- reducir la presión en dicha primera cámara de bajada (33) y dicha segunda cámara de bajada (33) cuando dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de dicho rango predeterminado.
- 60
3. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 1, incluyendo además:
- 65 un primer sensor de fuerza de bajada (52) asociado con dicha primera unidad de hilera (10), estando dicho primer sensor de fuerza de bajada (52) en comunicación eléctrica con dicha circuitería de procesamiento, estando configurado dicho primer sensor de fuerza de bajada (52) para generar una primera señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y dicha primera unidad de hilera (10); y

un segundo sensor de fuerza de bajada (52) asociado con dicha segunda unidad de hilera (10), estando dicho segundo sensor de fuerza de bajada (52) en comunicación eléctrica con dicha circuitería de procesamiento, estando configurado dicho segundo sensor de fuerza de bajada para generar una segunda señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y dicha segunda unidad de hilera (10).

4. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 3, donde dicha circuitería de procesamiento está configurada además para:

determinar una presión en dicha primera cámara de bajada (33) en base a dicha primera señal de fuerza de bajada; y

determinar una presión en dicha segunda cámara de bajada (33) en base a dicha segunda señal de fuerza de bajada.

5. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 2, incluyendo además:

un primer sensor de fuerza de bajada (52) asociado con dicha primera unidad de hilera (10), estando dicho primer sensor de fuerza de bajada (52) en comunicación eléctrica con dicha circuitería de procesamiento (42), estando configurado dicho primer sensor de fuerza de bajada (52) para generar una primera señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y dicha primera unidad de hilera (10); y

un segundo sensor de fuerza de bajada (52) asociado con dicha segunda unidad de hilera (10), estando dicho segundo sensor de fuerza de bajada (52) en comunicación eléctrica con dicha circuitería de procesamiento (42), estando configurado dicho segundo sensor de fuerza de bajada (52) para generar una segunda señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y dicha segunda unidad de hilera (10), donde dicha circuitería de procesamiento está configurada además para determinar una presión en dicha primera cámara de bajada (33) en base a dicha primera señal de fuerza de bajada y para determinar una presión en dicha segunda cámara de bajada (33) en base a dicha segunda señal de fuerza de bajada.

6. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 5, donde:

dicho primer criterio de penetración en tierra incluye una de la presión en dicha primera cámara de bajada (33), la presión en dicha primera cámara de bajada (33) menos la presión en dicha primera cámara de subida (35), y dicha primera señal de fuerza de bajada; y

dicho segundo criterio de penetración en tierra incluye una de la presión en dicha segunda cámara de bajada (33), la presión en dicha segunda cámara de bajada (33) menos la presión en dicha segunda cámara de subida (35), y dicha segunda señal de fuerza de bajada.

7. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 2, donde dicha circuitería de procesamiento (42) está configurada además para:

determinar si dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado; y

aumentar la presión en dicha primera cámara de bajada (33) y dicha segunda cámara de bajada (33) cuando dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado y cuando ni dicho primer criterio de penetración en tierra ni dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de dicho rango predeterminado.

8. La sembradora agrícola (1) de la reivindicación 5, donde dicha circuitería de procesamiento (42) está configurada además para:

determinar si dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado; y

aumentar la presión en dicha primera cámara de bajada (33) y dicha segunda cámara de bajada (33) cuando dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado y cuando ni dicho primer criterio de penetración en tierra ni dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de dicho rango predeterminado.

9. La sembradora agrícola de la reivindicación 8, donde dicha circuitería de procesamiento (42) está configurada además para retener la presión en dicha primera cámara de bajada (33) y dicha segunda cámara de bajada (33) cuando dicho primer criterio de penetración en tierra y dicho segundo criterio de penetración en tierra estén dentro de dicho rango predeterminado.

10. Un método de controlar una sembradora agrícola que tiene una pluralidad de unidades de hilera (10), incluyendo cada unidad de hilera (10) un bastidor de unidad de hilera, discos de apertura (12) para abrir una zanja en tierra cuando la unidad de hilera (10) es movida a través del campo y ruedas de calibre (18) para establecer una profundidad de la zanja, incluyendo el método aplicar una fuerza a una primera unidad de hilera agrícola (10) por un primer accionador (32) que tiene una primera cámara (33, 35) y una segunda cámara (33, 35) y que aplica una fuerza a una segunda unidad de hilera agrícola (10) por un segundo accionador (32) que tiene una tercera cámara (33, 35) y una cuarta cámara (33, 35), incluyendo además el método:
- 5 controlar la presión en la primera cámara (33, 35) modificando un estado operativo de un primer dispositivo de control (310, 320) en comunicación de fluido con la primera cámara (33, 35);
- 10 controlar la presión en la tercera cámara (33, 35) modificando un estado operativo de un segundo dispositivo de control (310, 320) en comunicación de fluido con la tercera cámara (33, 35);
- 15 controlar la presión en la segunda cámara (33, 35) y la cuarta cámara (33, 35) modificando un estado operativo de un tercer dispositivo de control (310, 320) en comunicación de fluido con la segunda cámara (33, 35) y la cuarta cámara (33, 35);
- 20 determinar un primer criterio de penetración en tierra asociado con la primera unidad de hilera (10);
- determinar un segundo criterio de penetración en tierra asociado con la segunda unidad de hilera (10);
- 25 determinar si dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de un rango predeterminado; y
- reducir la presión en la primera cámara (33, 35) y la tercera cámara (33, 35) cuando dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de dicho rango predeterminado.
- 30 11. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- generar una primera señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y la primera unidad de hilera (10);
- 35 generar una segunda señal de fuerza de bajada relacionada con una fuerza entre la tierra y la segunda unidad de hilera (10);
- determinar una presión en la primera cámara (33, 35) en base a dicha primera señal de fuerza de bajada; y
- 40 determinar una presión en la tercera cámara (33, 35) en base a dicha segunda señal de fuerza de bajada.
12. El método de la reivindicación 11, donde:
- 45 dicho primer criterio de penetración en tierra incluye una de la presión en la primera cámara (33, 35), la presión en la primera cámara (33, 35) menos la presión en la segunda cámara (33, 35), y dicha primera señal de fuerza de bajada; y
- 50 dicho segundo criterio de penetración en tierra incluye una de la presión en la tercera cámara (33, 35), la presión en la tercera cámara (33, 35) menos la presión en la cuarta cámara (33, 35), y dicha segunda señal de fuerza de bajada.
13. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- 55 determinar si dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado; e
- 60 incrementar la presión en la primera cámara y la tercera cámara cuando dicho primer criterio de penetración en tierra o dicho segundo criterio de penetración en tierra es menor que dicho rango predeterminado y cuando ni dicho primer criterio de penetración en tierra ni dicho segundo criterio de penetración en tierra excede de dicho rango predeterminado.
14. El método de la reivindicación 13, incluyendo además:
- 65 retener la presión en dicha primera cámara y dicha tercera cámara cuando dicho primer criterio de penetración en tierra y dicho segundo criterio de penetración en tierra estén dentro de dicho rango predeterminado.

15. El método de la reivindicación 14, donde dicha primera cámara (33, 35) y dicha tercera cámara (33, 35) son cámaras de bajada de dichos accionadores primero y segundo (32), respectivamente, y donde dicha segunda cámara (33, 35) y dicha cuarta cámara (33, 35) son cámaras de subida de dichos accionadores primero y segundo (32), respectivamente.

5

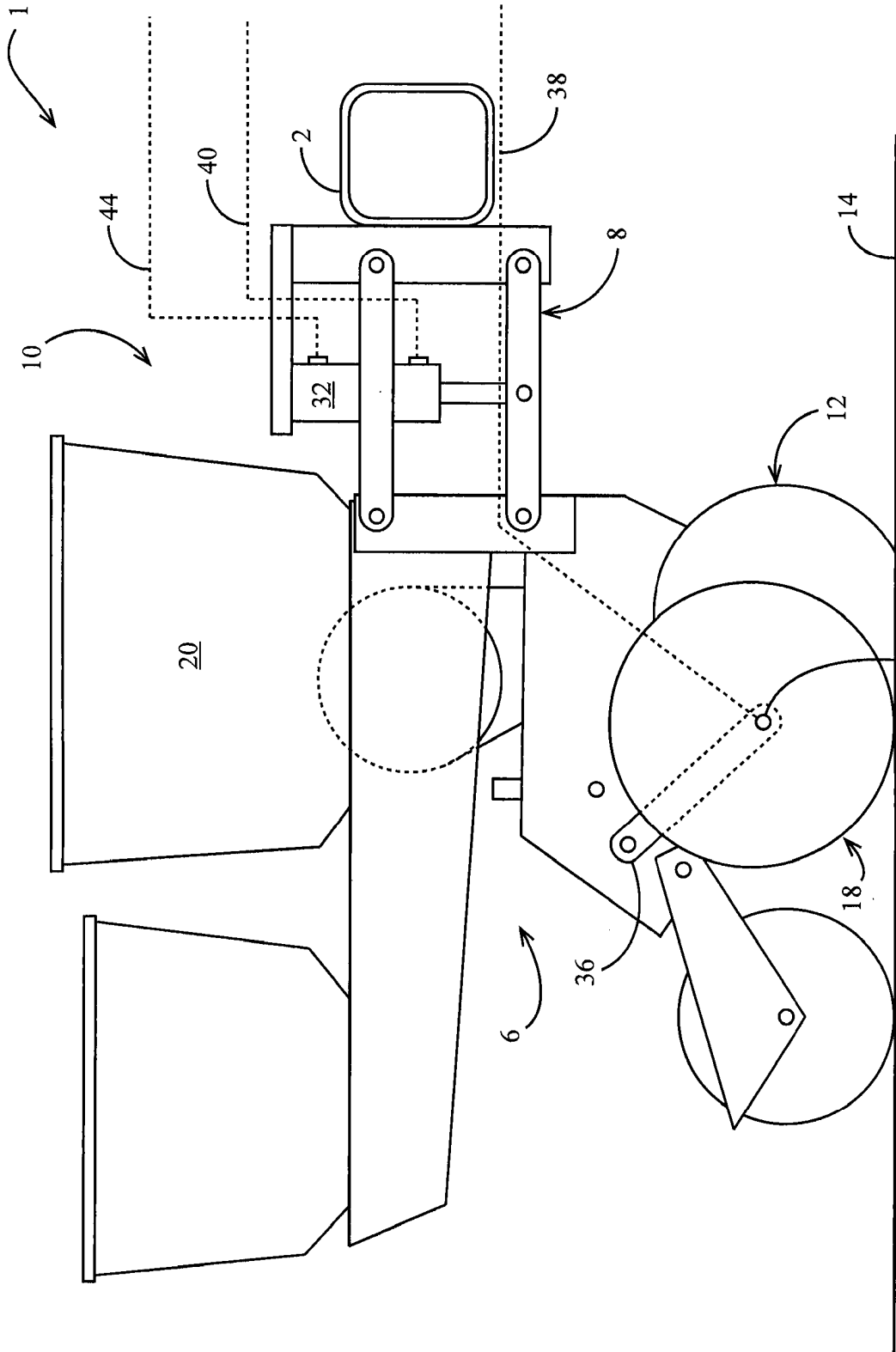


FIG. 1A

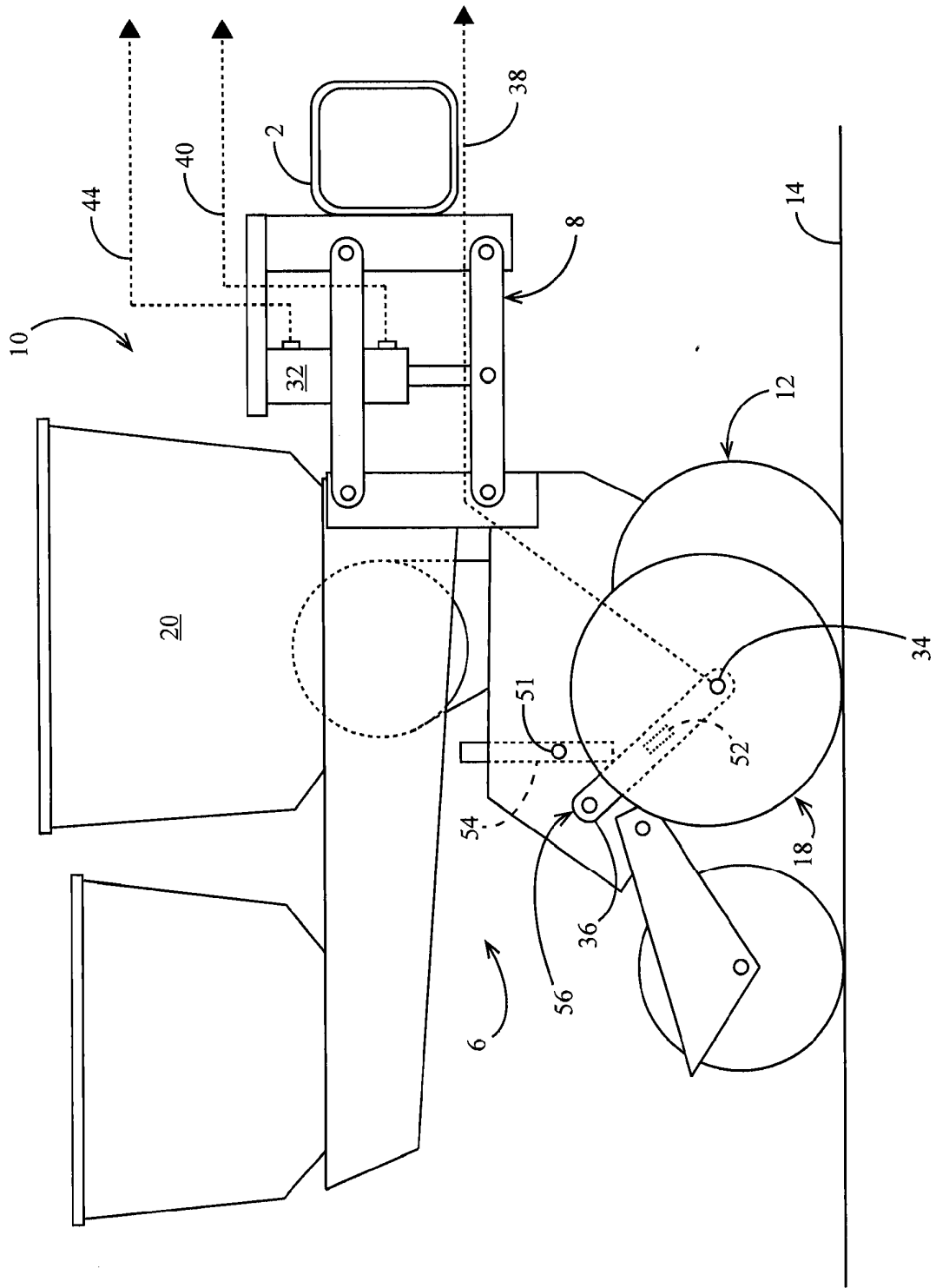


FIG. 1B

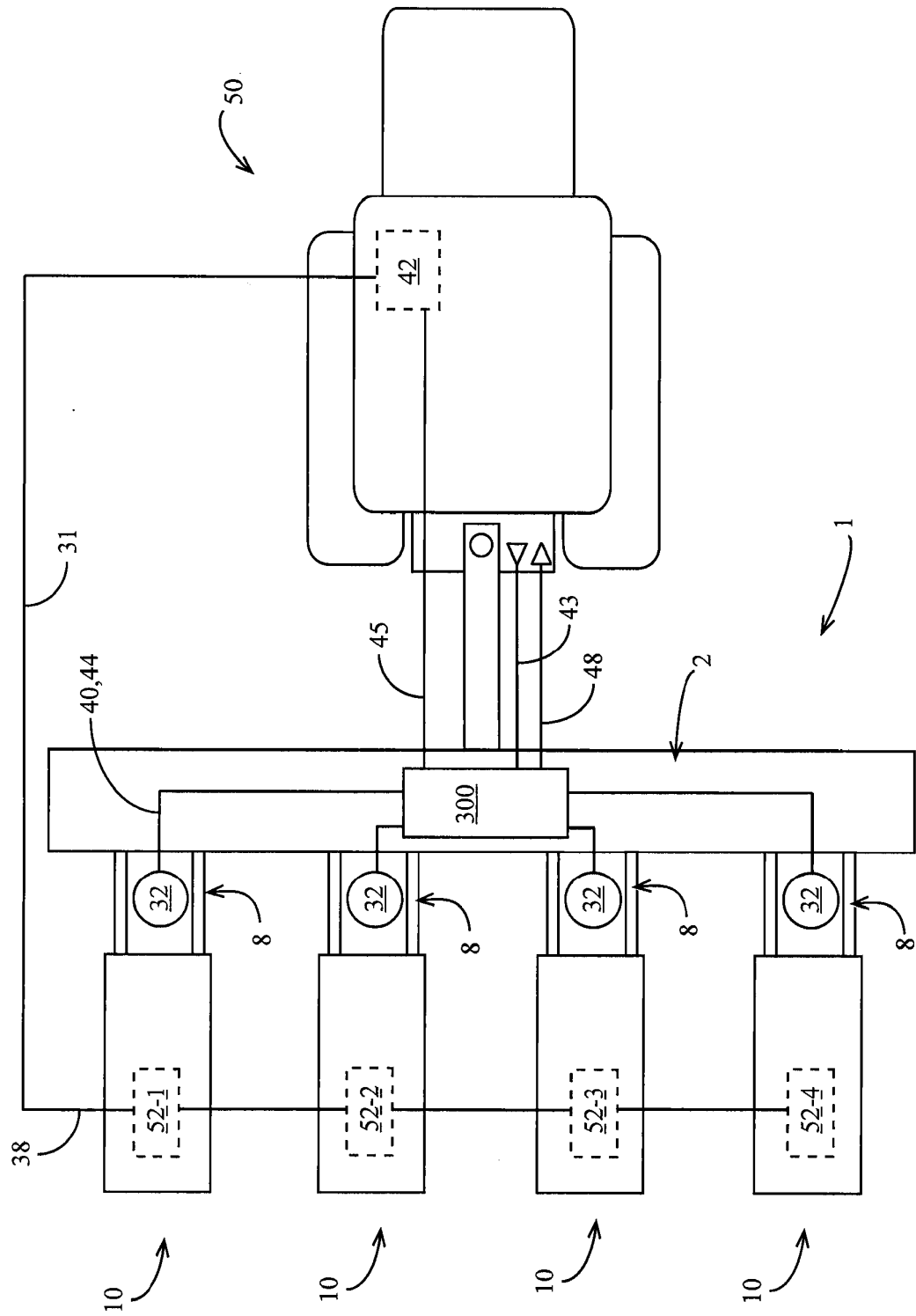


FIG. 2

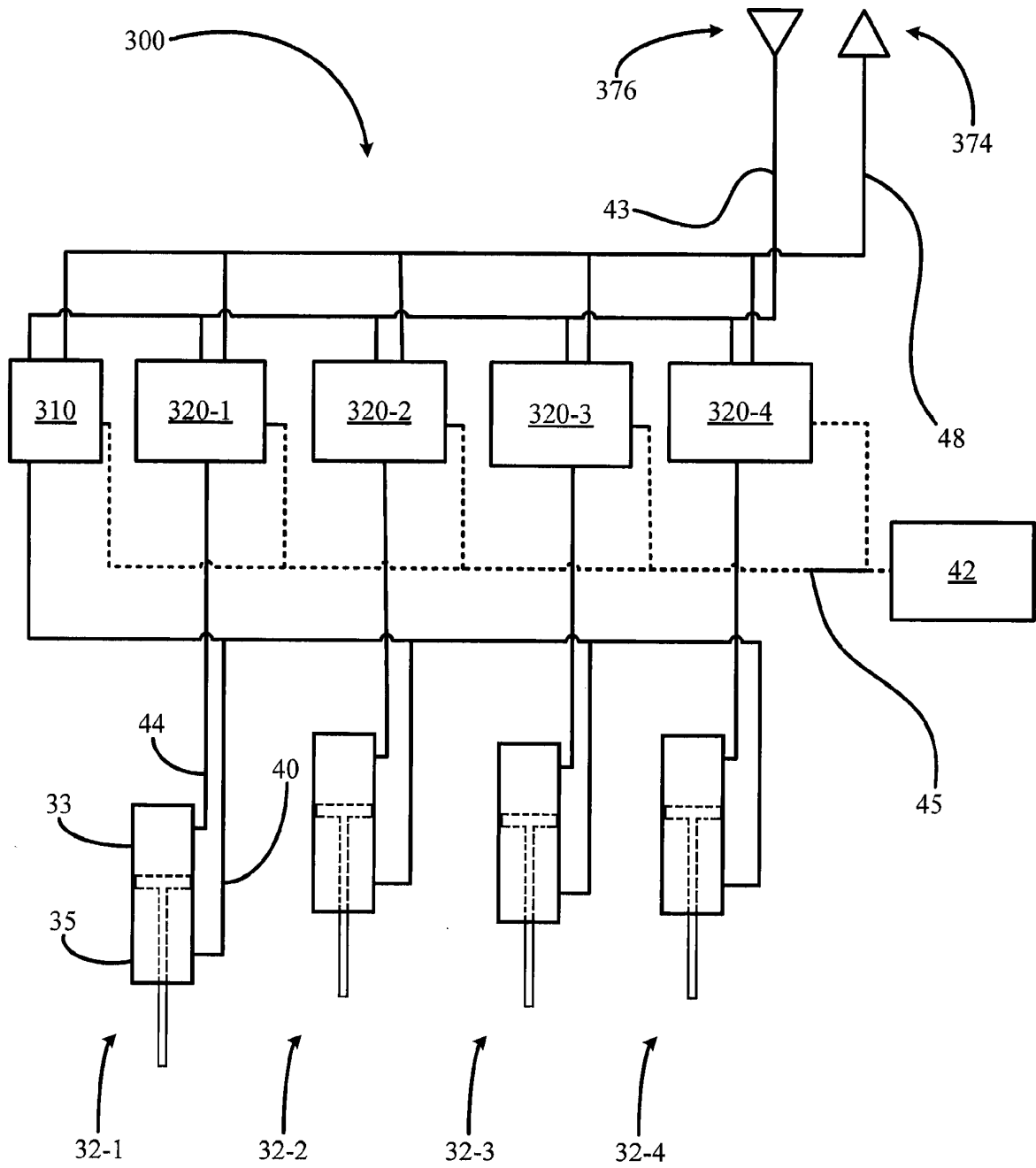


FIG. 3A

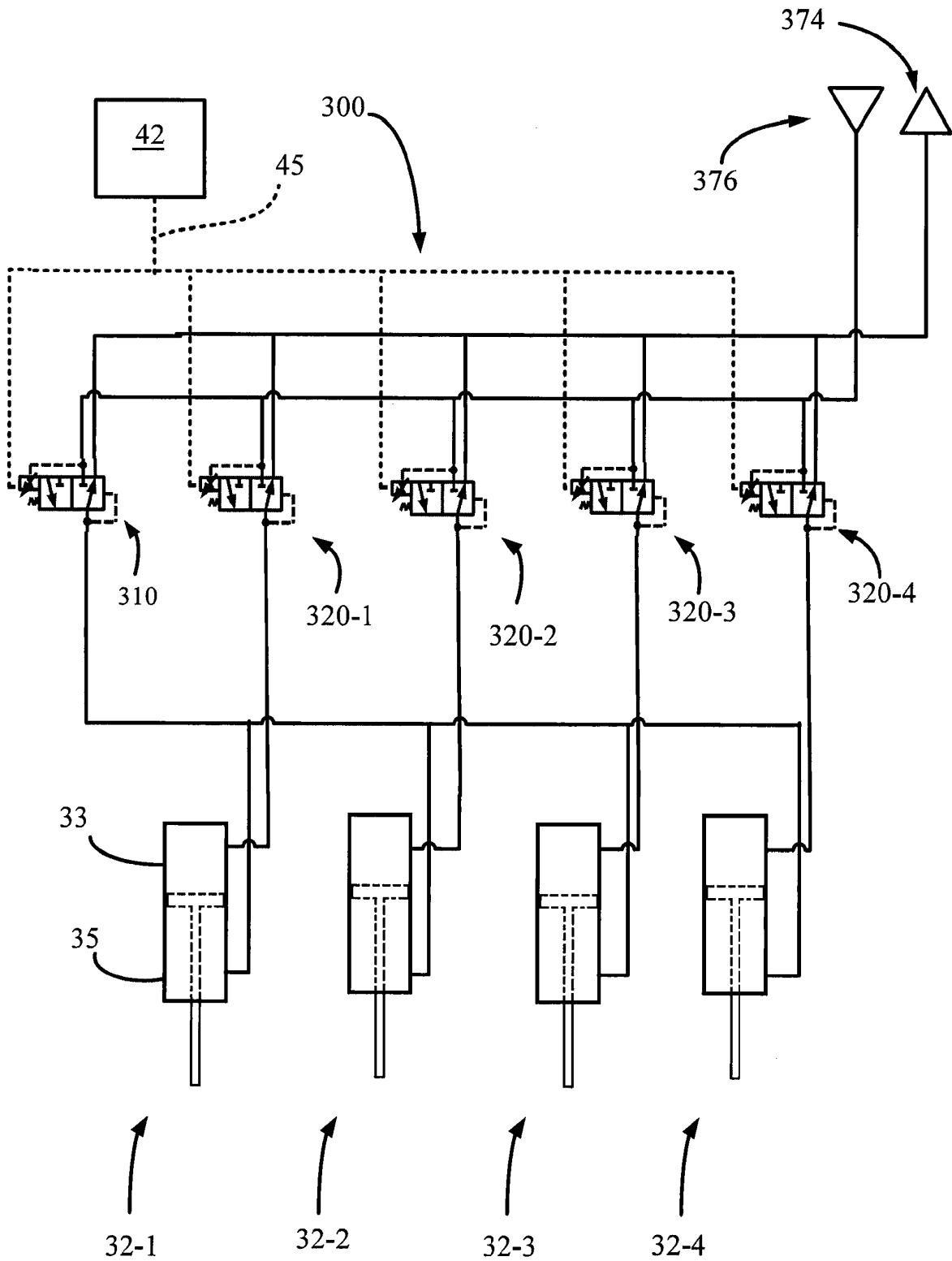


FIG. 3B

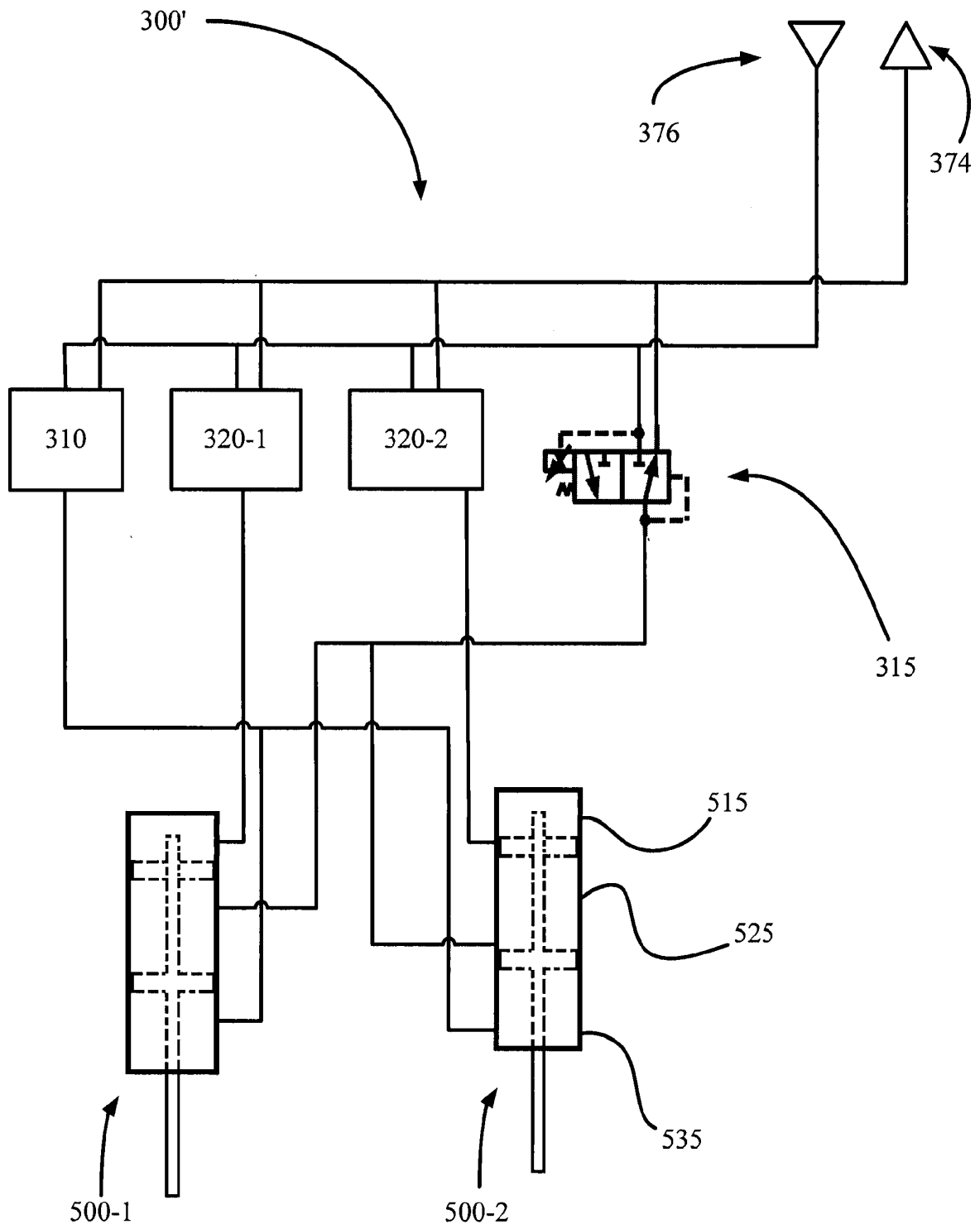


FIG. 3C

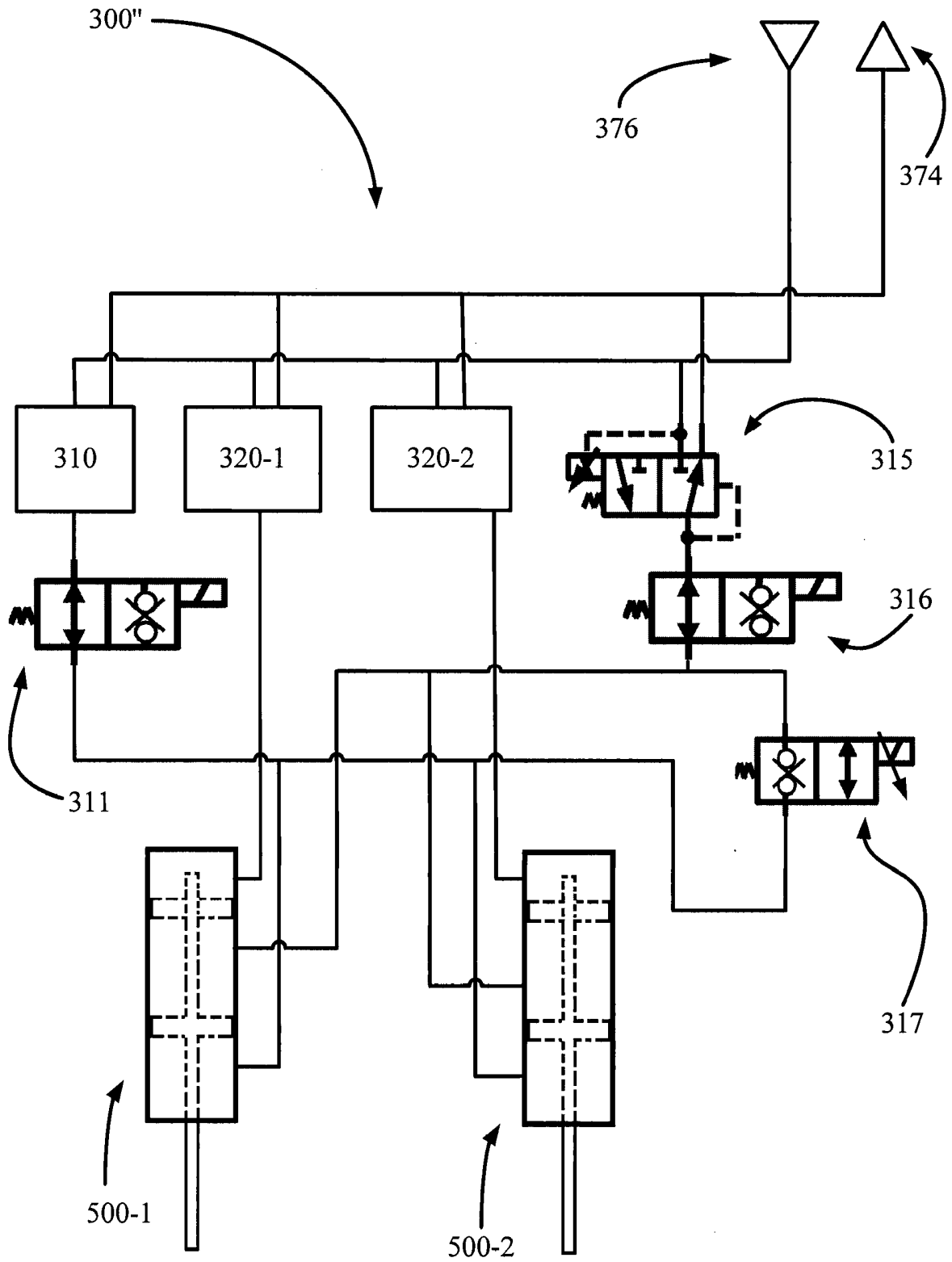


FIG. 3D

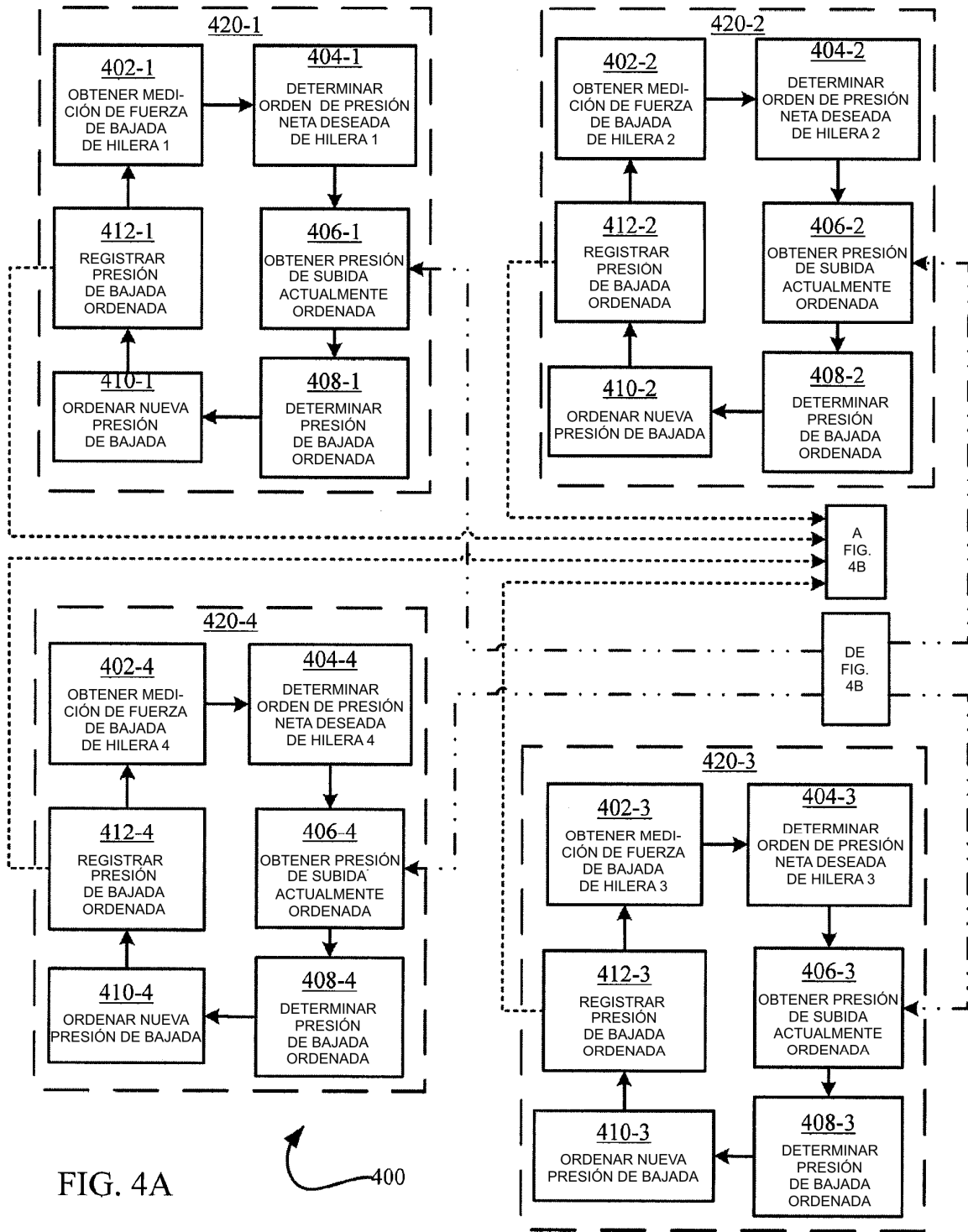
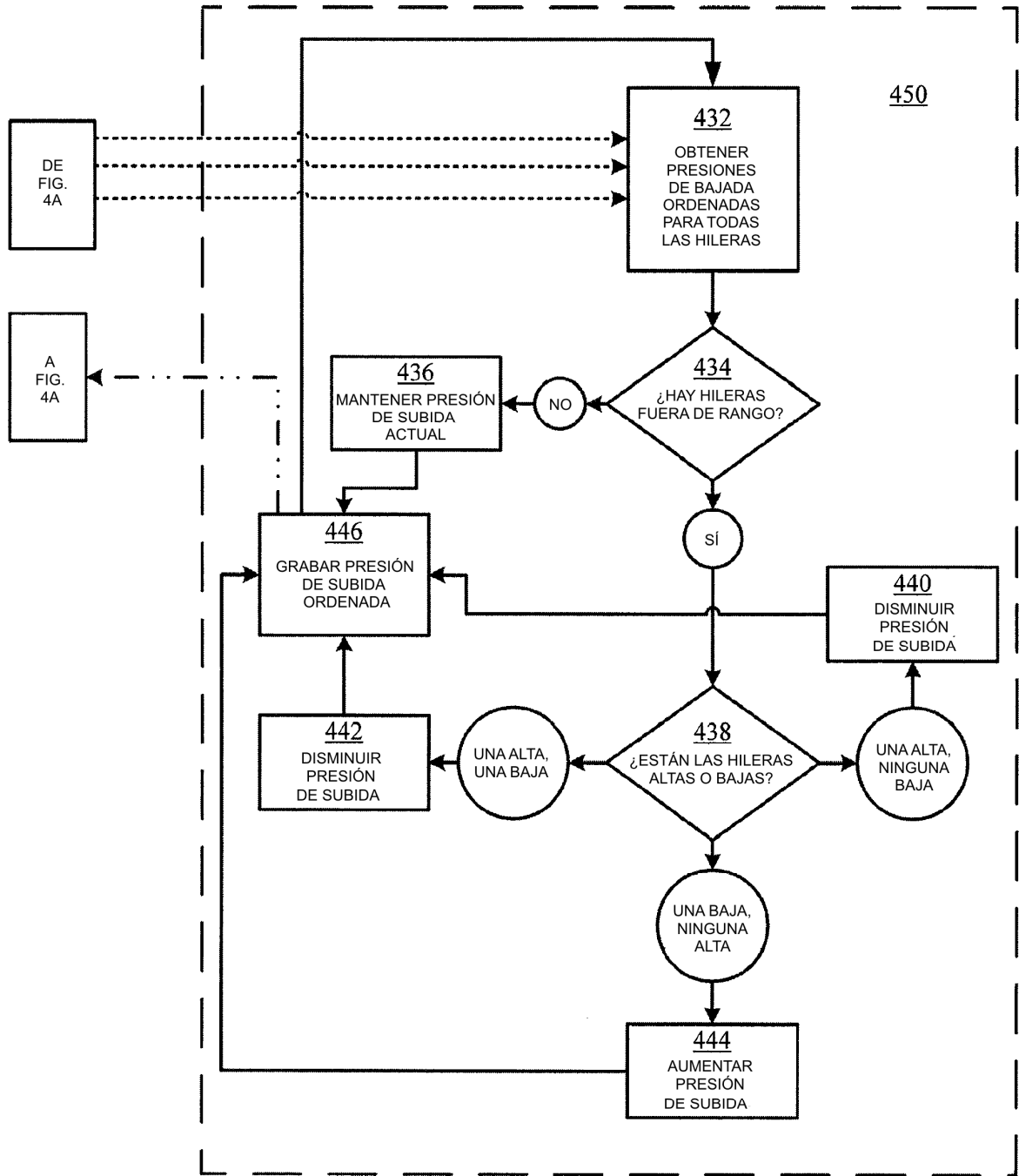


FIG. 4A



400

FIG. 4B

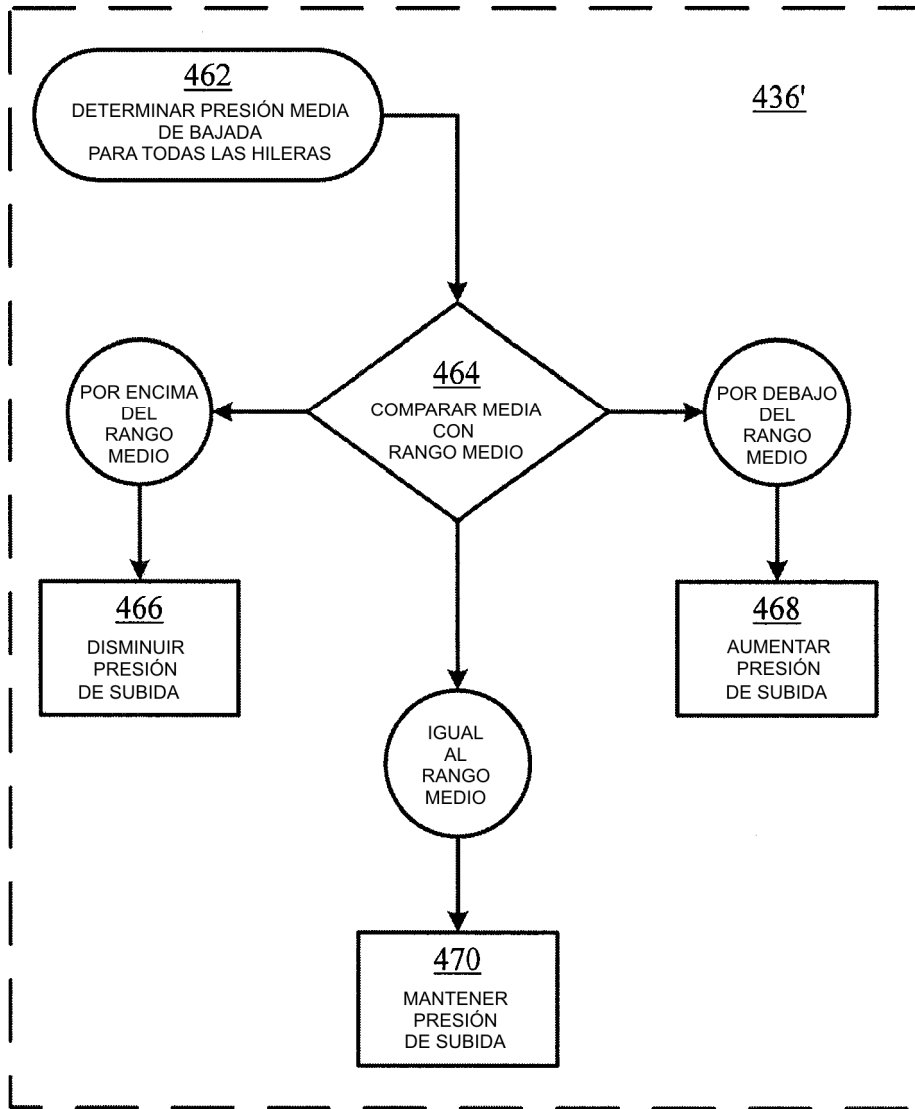


FIG. 4C

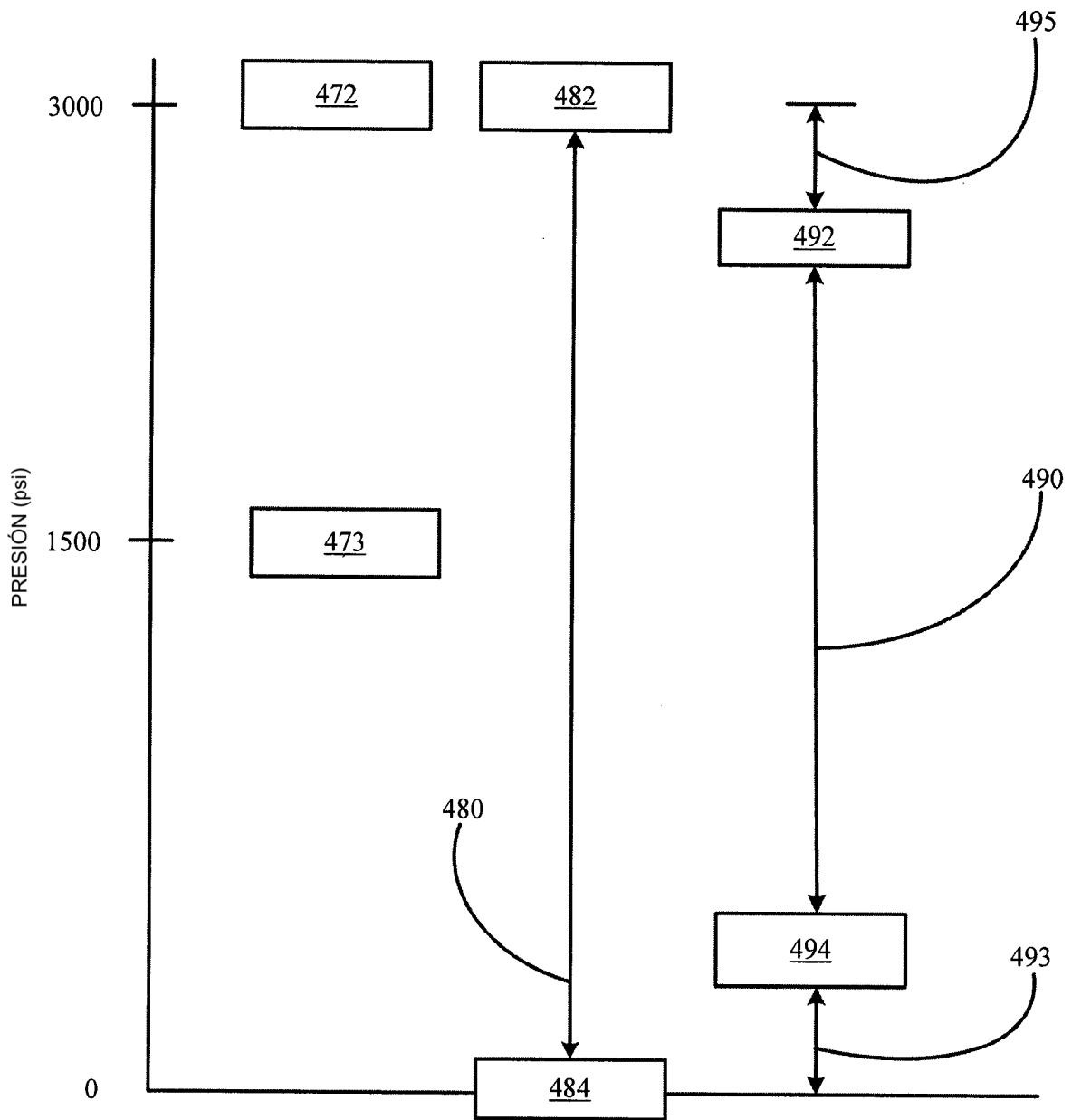


FIG. 4D

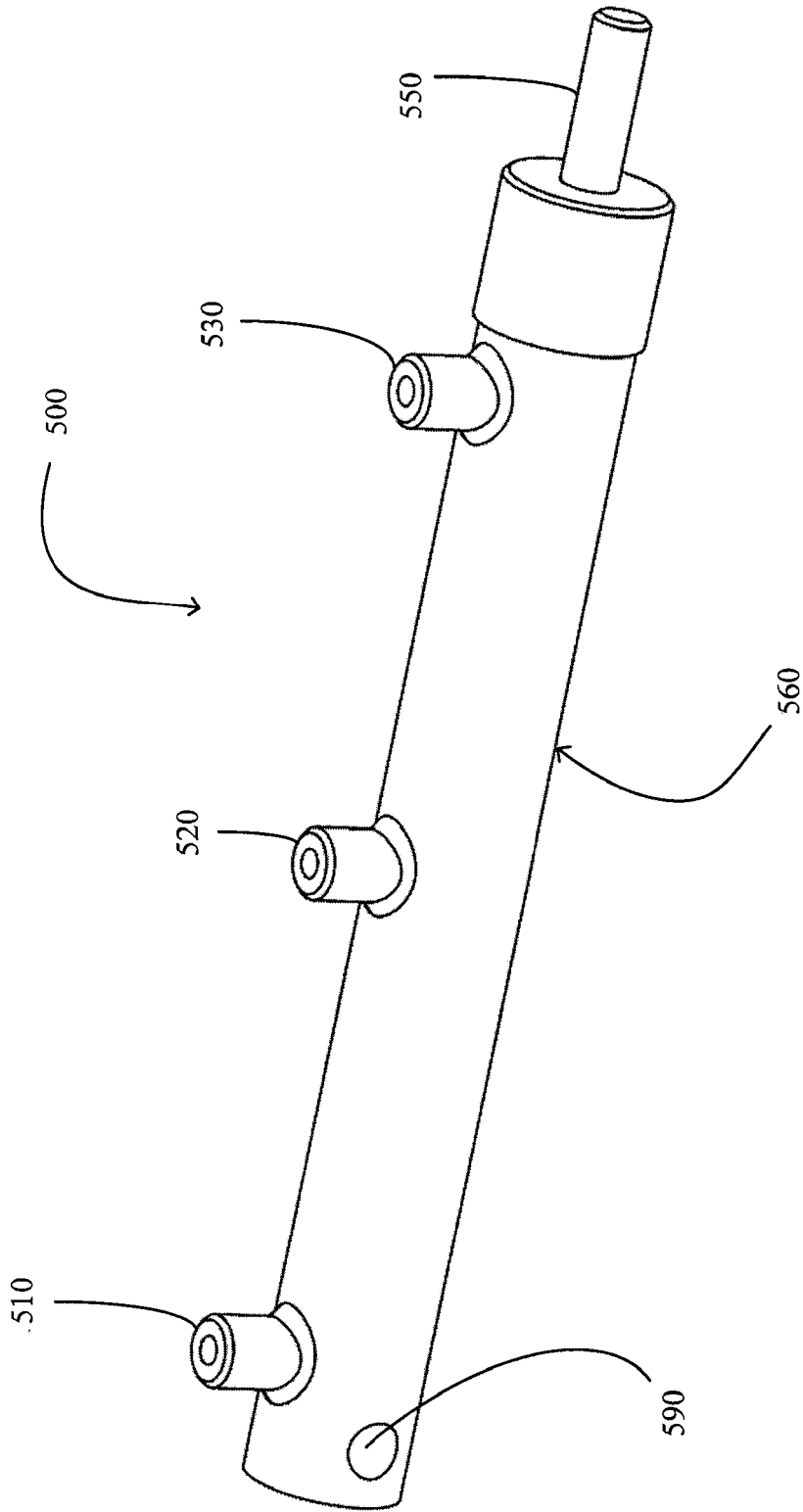


FIG. 5A

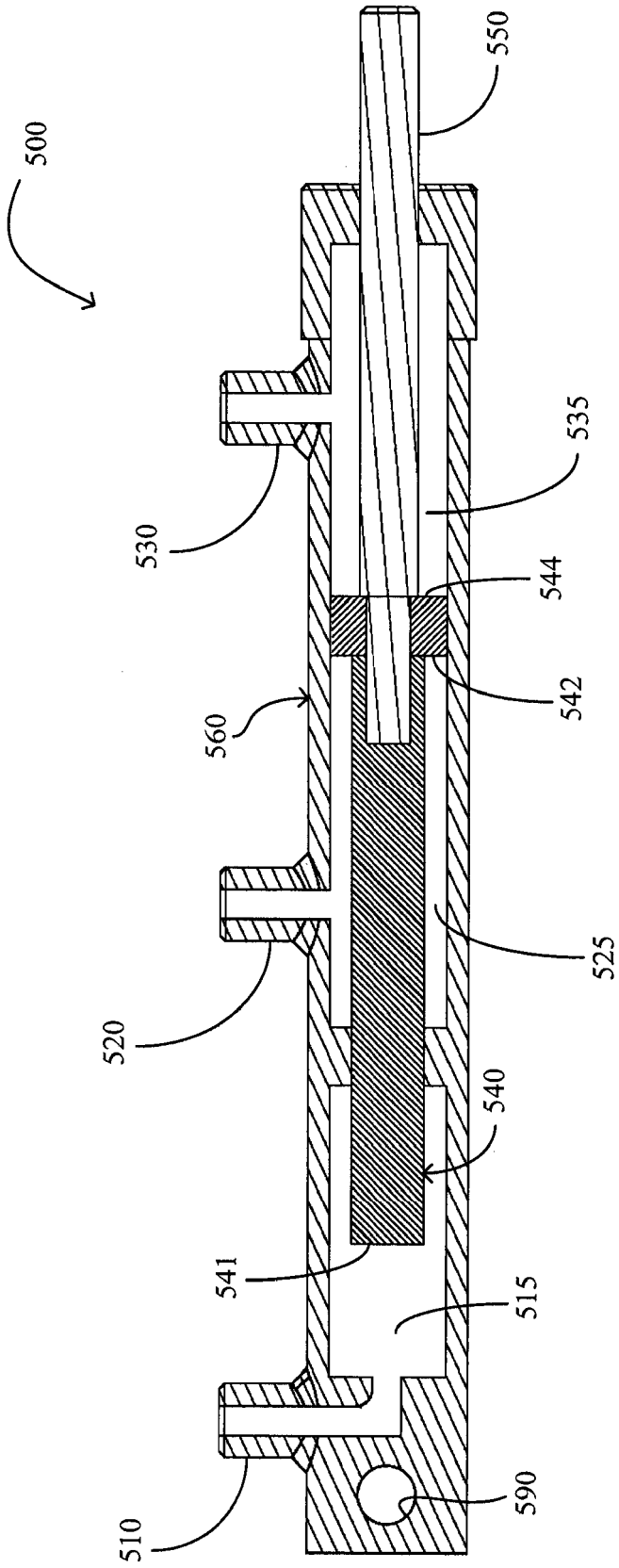


FIG. 5B

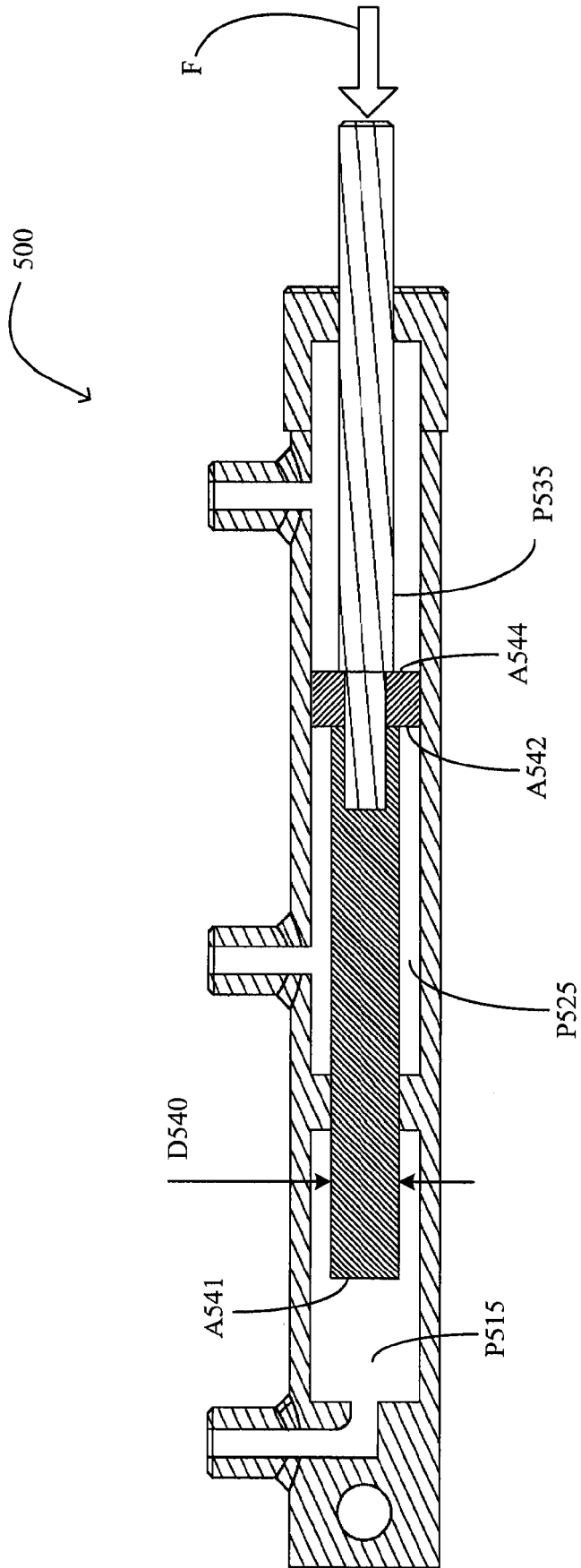


FIG. 5C

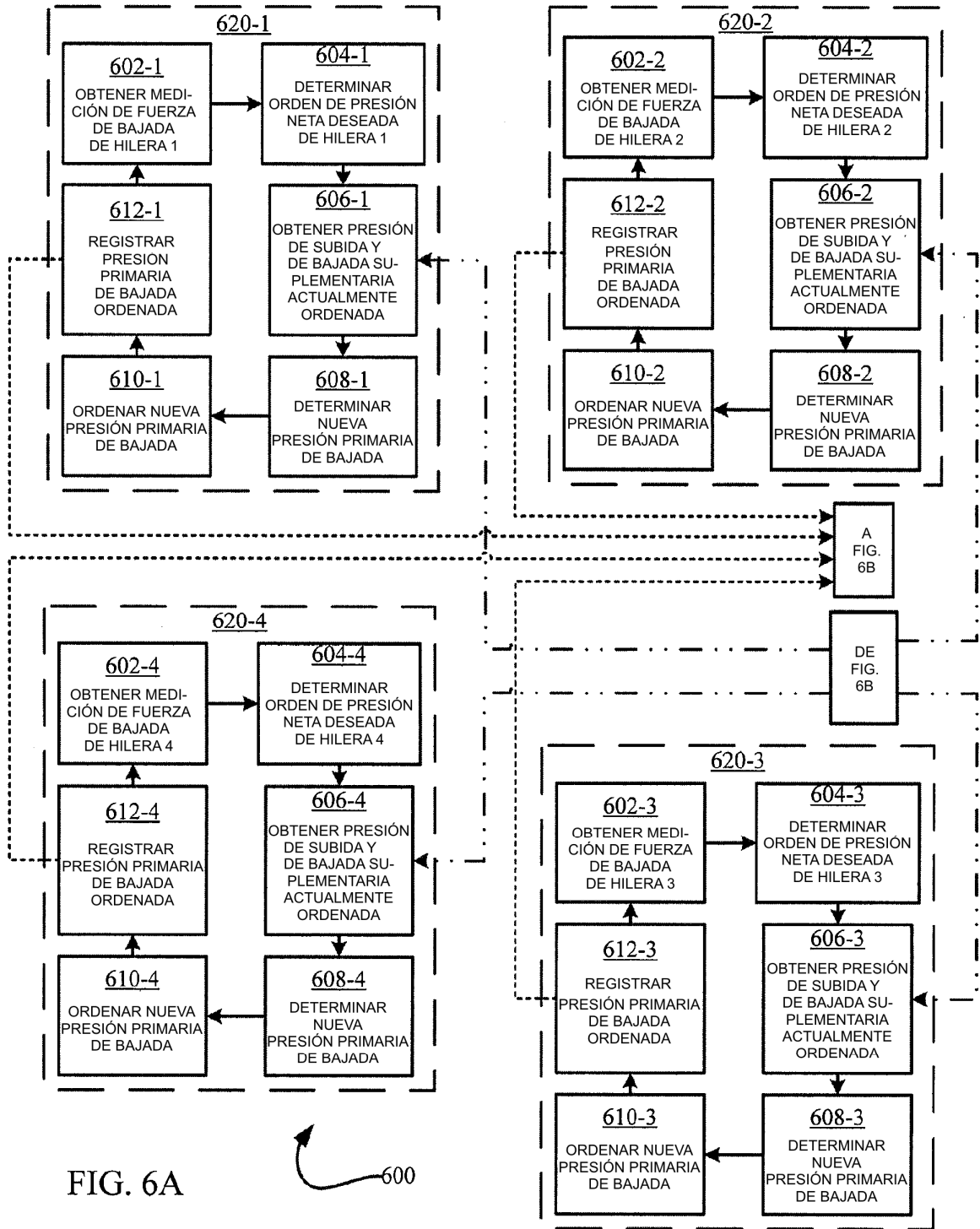


FIG. 6A

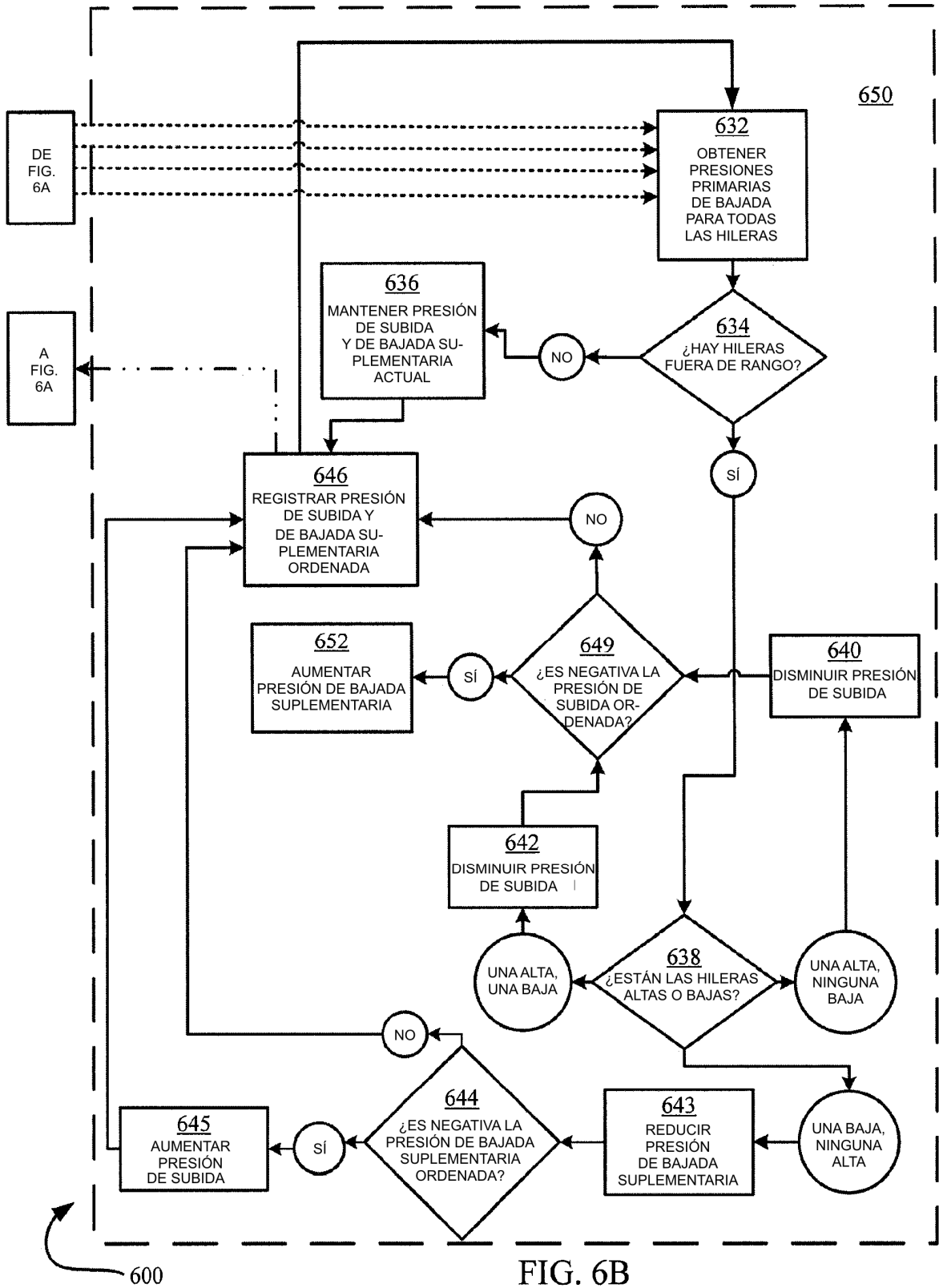


FIG. 6B

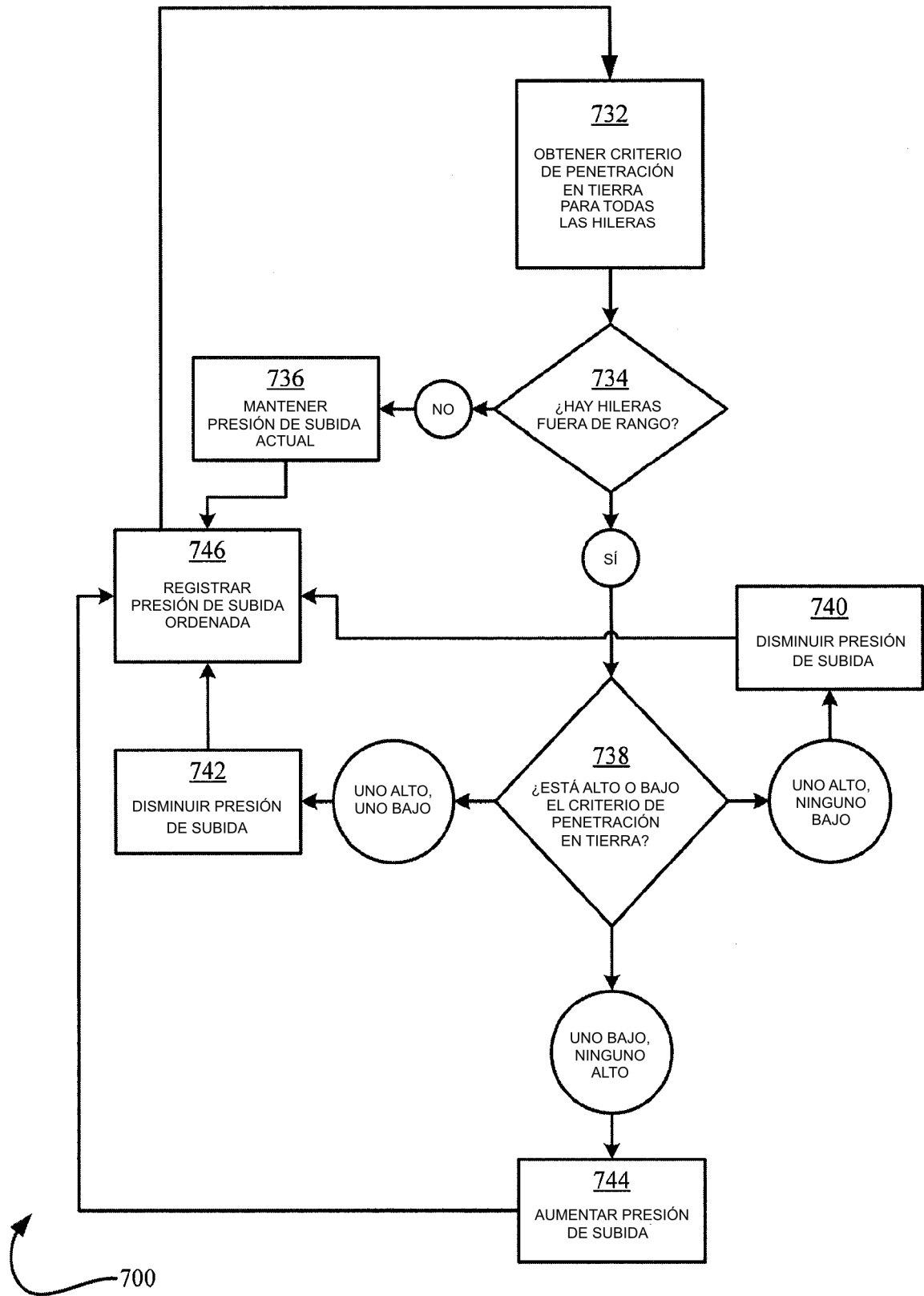


FIG. 7

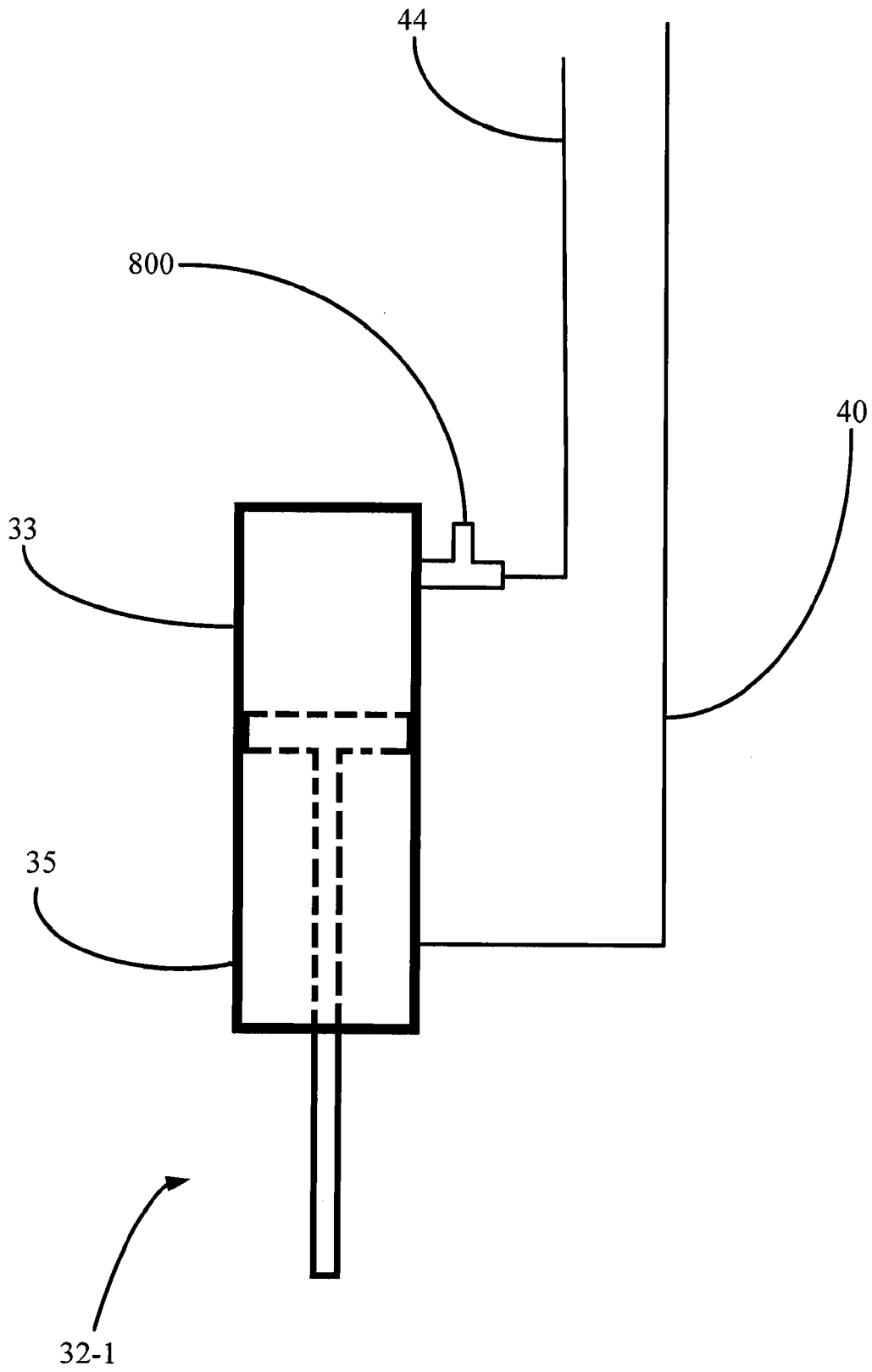


FIG. 8