

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 552**

51 Int. Cl.:

A01M 7/00 (2006.01)

A01G 25/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2013** **E 13170246 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 2671447**

54 Título: **Pulverizador agrícola de cultivos y campos y método para controlar un pulverizador agrícola de cultivos y campos**

30 Prioridad:

05.06.2012 DK 201200384

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

12.12.2018

73 Titular/es:

SA EXEL INDUSTRIES (100.0%)
54, rue Marcel Paul
51200 Epernay, FR

72 Inventor/es:

SCHMIDT, BJARNE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 552 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

Pulverizador agrícola de cultivos y campos y método para controlar un pulverizador agrícola de cultivos y campos

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un pulverizador y/o lavador de cultivos agrícolas y de campo y a un método para
 5 controlar un pulverizador y/o lavador de cultivos agrícolas y de campo.

Antecedentes

Los pulverizadores de cultivos agrícolas y de campo, siendo ambos pulverizadores de tipo de aspiración y autopropulsados, deben aplicar un caudal correcto y constante de líquido por hectárea en todo momento. Una
 10 velocidad variable del pulverizador, condiciones de viento variables, zonas superpuestas, desactivación y activación antes y después de la cabecera, y sensores defectuosos plantean dificultades con respecto a la tasa de aplicación, al rango de presión aceptable y a la estabilidad del flujo. Además, presiones demasiado elevadas resultan en una pulverización demasiado fina que se dispersa con el viento, y una presión demasiado baja provoca una dispersión y atomización insuficientes, por lo que existe la necesidad de proporcionar una presión constante de la pluma y un tamaño de gota en todo el rango de velocidades. De manera ideal, el operador puede actuar, de acuerdo con las
 15 condiciones del campo sin preocuparse de la desviación de la presión, de manera que la velocidad media del campo puede aumentar.

En los pulverizadores conocidos, el flujo y la presión son controlados mediante una válvula de regulación motorizada. Esta válvula de regulación, típicamente, tiene un miembro de válvula móvil que define una apertura de flujo controlable y un motor de accionamiento eléctrico acoplado al miembro de válvula por medio de un engranaje reductor. El área de apertura de la válvula de regulación puede ser variada de manera continua entre dos posiciones extremas mediante el accionamiento del motor de accionamiento eléctrico.
 20

Este tipo de válvula de regulación es precisa, robusta y fiable, pero, en contraste con las válvulas de solenoide y similares, lenta para cambiar de posición. Este tipo de válvula regulación puede manejar grandes flujos con una pérdida de carga relativamente pequeña.

25 Las válvulas de solenoide sin servo amplificación son difíciles de utilizar en un pulverizador agrícola de cultivos y campos, porque la válvula es grande y la fuerza requerida del solenoide no es práctica. La servo amplificación normalmente no se utiliza, ya que el fluido del pulverizador tiene, debido a las sustancias químicas / sustancias añadidas al agua, propiedades que no armonizan con los sistemas servo hidráulicos debido, por ejemplo, a depósitos en el servo sistema. Las válvulas de solenoide sin servo no son adecuadas para manejar grandes flujos con una pérdida de carga relativamente pequeña.
 30

La lenta respuesta a la demanda de la válvula de regulación hace que sea difícil para el sistema de control del pulverizador responder adecuadamente a los cambios en las condiciones de funcionamiento del pulverizador. El hecho de que este tipo conocido de pulverizador funcione, típicamente, con una bomba de desplazamiento fijo aumenta las dificultades para el sistema de control del pulverizador.

35 El documento DE 19754373 da a conocer un pulverizador agrícola de cultivos y campos de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US2009112372 da a conocer un sistema de control de pulverizador para controlar un pulverizador agrícola que incluye un controlador, una pluralidad de sensores y medios de retroalimentación, y un medio de salida para controlar el sistema de aplicación del pulverizador. El controlador recibe entradas del operador a través de una interfaz de usuario, y/o varias señales de retroalimentación de los sensores del sistema (por ejemplo, un medidor de flujo, o un transductor de presión). Después de procesar estas entradas, el controlador envía señales a otros componentes del pulverizador, tales como la bomba, el medio de almacenamiento, las secciones de la pluma y/o las boquillas, para mantener o cambiar sus condiciones de funcionamiento. Este pulverizador proporciona un sistema de control de pulverizador que permite la selección entre un sistema de control de retroalimentación de circuito cerrado de flujo basado en volumen y un sistema de control de retroalimentación de circuito cerrado basado en presión. Sin embargo, la selección entre estos dos sistemas de retroalimentación no permite el alivio de la respuesta lenta a la demanda de la válvula de regulación.
 40
 45

Descripción

En este contexto, un objetivo de la presente solicitud es proporcionar un pulverizador agrícola de cultivos y campos que supera, o al menos reduce, los problemas indicados anteriormente.
 50

Este objetivo se consigue proporcionando un pulverizador agrícola de cultivos y campos de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el pulverizador un depósito de fluido del pulverizador, una bomba de desplazamiento positivo, estando la entrada de la bomba en comunicación fluida con el depósito, una pluma dividida

- en secciones de pluma, y estando cada sección de la pluma provista de una pluralidad de boquillas de pulverización, una disposición de válvulas asociada con las secciones de la pluma, un conducto de alimentación para establecer una comunicación fluida entre una salida de la bomba y la disposición de válvulas, estando la disposición de válvulas configurada para la conexión selectiva del conducto de alimentación a un conducto de derivación o a una o más de
- 5 las secciones de la pluma, un conducto de retorno que se ramifica desde el conducto de alimentación, una válvula de regulación, siendo la válvula de regulación aplicada a un grado variable de estrangulamiento al fluido que fluye desde el conducto de alimentación a través del conducto de retorno, dependiendo el grado variable de estrangulamiento de la posición de la válvula de regulación, un controlador configurado para recibir señales de instrucción desde un operador, y configurado para recibir otras señales medidas, estando configurado el controlador
- 10 (50) para controlar la posición de la válvula de regulación utilizando las instrucciones del operador y utilizando las señales medidas disponibles uno o más circuitos de control de la retroalimentación combinados con una señal de control de la alimentación hacia delante. Mediante la utilización de la alimentación hacia delante, es posible iniciar antes cambios en la posición de la válvula de regulación y, de este modo, mejorar la respuesta del sistema experimentada por un operador.
- 15 Preferentemente, el circuito o circuitos de retroalimentación utilizan señales que representan la presión del fluido suministrado a la disposición de válvulas y/o que representan el caudal del fluido suministrado a la disposición de válvulas.
- En una realización, el controlador determina un valor de consigna correcto anticipado para la válvula de regulación, para crear una señal de alimentación hacia delante sobre la base de las condiciones cambiantes que se han registrado por medio de las señales recibidas.
- 20 En una realización, el controlador utiliza señales del operador y/o una señal que representa la velocidad de desplazamiento del pulverizador, y/o utiliza una señal que indica cambios en la posición de las válvulas de la sección (29) en la disposición de válvulas (28) para crear una señal de avance sobre la base de las condiciones cambiantes que se registran por medio de la señal recibida.
- 25 En una realización, el controlador comprende un componente de cálculo del valor de consigna para la válvula de regulación, el componente de cálculo del valor de consigna recibe la señal de alimentación hacia delante y puede iniciar o acelerar el movimiento de la relativamente lenta válvula de regulación en respuesta a las condiciones cambiantes registradas.
- En una realización, el controlador recibe además una señal indicativa de la posición de la válvula de regulación.
- 30 En una realización, el pulverizador agrícola de campos ofrece asimismo: un sensor de presión, para proporcionar una señal que representa la presión del fluido suministrado a la disposición de válvulas, y un sensor de flujo, para proporcionar una señal que representa el flujo en el conducto de alimentación a la disposición de válvulas, recibiendo el controlador la señal del sensor de presión y la señal del sensor de flujo, y estando configurado el controlador para estimar la restricción al flujo de las boquillas de pulverización activas utilizando la señal del sensor
- 35 de presión y del sensor de flujo.
- En una realización, el controlador está configurado para determinar el ajuste deseado para la válvula de regulación utilizando la restricción estimada para el flujo.
- En una realización, el controlador está configurado además para utilizar, entre otras entradas, la restricción estimada del flujo a través de las boquillas activas para determinar una posición esperada para la válvula de regulación que corresponde a una tasa de aplicación deseada.
- 40 En una realización, el controlador está configurado para utilizar la posición esperada para la válvula de regulación en un control de la alimentación hacia delante de la válvula de regulación.
- En una realización, se informa al controlador del número de secciones de la pluma y de boquillas de pulverización que están activas, y en la que el controlador está configurado para determine la restricción general al flujo de las boquillas de pulverización que están activas, y en la que el controlador está configurado para determinar la restricción al flujo de las boquillas de pulverización individuales.
- 45 Conociendo la restricción general de las boquillas, es posible predecir en qué ajustes coinciden el flujo y la presión con los valores de consigna de operación deseados, y permite que el controlador mueva la válvula de regulación hacia el ajuste predicho.
- 50 En una realización, el controlador recibe una señal que representa la posición real de la válvula de regulación, y el controlador está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación utilizando la señal que representa la posición actual de la válvula de regulación.
- En una realización, el controlador recibe una señal indicativa de la velocidad del pulverizador y una señal de instrucción indicativa de la tasa de aplicación deseada del fluido de pulverización, y en la que el controlador está
- 55 configurado para controlar la posición de la válvula de regulación para obtener una presión y un caudal del fluido

suministrado a la disposición de válvulas que está optimizado para la tasa de aplicación deseada y el tipo real de boquilla de pulverización.

5 En una realización, el controlador está configurado para suponer que una información obtenida previamente acerca del tipo de boquilla sigue siendo válida a menos que se haya interrumpido la actividad de pulverización durante un período de tiempo superior a un valor predeterminado.

En una realización, el controlador (50) está configurado para suponer que la restricción el flujo es una restricción al flujo predeterminada relativamente grande cuando el período predeterminado de tiempo sin pulverización ha transcurrido, y el controlador está configurado para adaptar la posición de la válvula de regulación de acuerdo con la restricción al flujo predeterminada relativamente grande.

10 En una realización, el controlador recibe una señal de velocidad indicativa de la velocidad real del pulverizador, el controlador está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación durante la operación de pulverización y durante la operación de no pulverización, y el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación durante la operación de no pulverización que se desplace en la dirección de cierre en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador está aumentando.

15 En una realización, el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación durante la no pulverización que se desplace en la dirección de apertura en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador está disminuyendo.

20 En una realización, el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación durante la no pulverización que se desplace en la dirección de cierre a la velocidad más alta posible, en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador está aumentando.

25 En una realización, el controlador está configurado además para controlar la disposición de válvulas y el controlador está configurado para emitir una señal de control a la disposición de válvulas para conectar el conducto de alimentación al conducto de derivación cuando el controlador recibe instrucciones de no pulverizar, y el controlador está configurado para emitir un señal de control a la disposición de válvulas para conectar una o más de las secciones de la pluma al conducto de alimentación cuando el controlador recibe instrucciones de pulverizar.

En una realización, el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación durante la operación de no pulverización, que se desplace hacia un valor de consigna que corresponde al valor de consigna con la velocidad real de desplazamiento del pulverizador en la operación de pulverización.

30 En una realización, la disposición de válvulas incluye una pluralidad de válvulas de sección controladas electrónicamente y, por lo que una sección de la pluma está asociada con cada una de estas válvulas de sección, el controlador está configurado para controlar las válvulas de sección y el controlador siendo configurado para emitir un una señal de control para conectar y desconectar selectivamente secciones específicas de la pluma al conducto de alimentación, y el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación que se desplace en una dirección de apertura cuando cualquiera de las válvulas de la sección está en el proceso de desconectar una sección de la pluma del conducto de alimentación, y el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación que se desplace en una dirección de cierre cuando cualquiera de las válvulas de sección está en el proceso de conectar una sección de la pluma al conducto de alimentación.

40 En una realización, el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación que se desplace en la dirección de apertura a la velocidad más alta posible cuando cualquiera de las válvulas de sección está en el proceso de desconectar una sección de la pluma del conducto de alimentación.

En una realización, el controlador está configurado para ordenar a la válvula de regulación que se desplace en la dirección de cierre a la velocidad más alta posible cuando cualquiera de las válvulas de la sección está en el proceso de conectar una sección de la pluma al conducto de alimentación.

45 El objetivo anterior también se consigue mediante un método de acuerdo con la reivindicación 24 para controlar el pulverizador agrícola de cultivos y campos, comprendiendo el pulverizador: un depósito de fluido del pulverizador, una bomba de desplazamiento positivo, estando en comunicación fluida la entrada de la bomba con el depósito), una pluma dividida en secciones de pluma, y estando provista cada sección de la pluma de una pluralidad de boquillas de pulverización, una disposición de válvulas asociada con las secciones de la pluma, un conducto de alimentación para establecer comunicación fluida entre una salida de la bomba y la disposición de válvulas, estando configurada la disposición de válvulas para conectar selectivamente el conducto de alimentación a un conducto de derivación o a una o más de las secciones de la pluma, un conducto de retorno que se ramifica desde el conducto de alimentación, una válvula de regulación, aplicando la válvula de regulación un grado variable de estrangulamiento al flujo de fluido desde el conducto de alimentación a través del conducto de retorno, dependiendo el grado de estrangulamiento variable de la posición de la válvula de regulación, comprendiendo el método recibir señales de
50 instrucción de un operador, y recibir otras señales medidas, controlar la posición de la válvula de regulación
55

utilizando las instrucciones del operador y las señales medidas que utilizan uno o más circuitos de control de retroalimentación combinados con una señal de avance.

Otros objetos, características, ventajas y propiedades del pulverizador agrícola de cultivos y campos y el método de acuerdo con la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada.

5 Breve descripción de los dibujos

En la siguiente porción detallada de la presente descripción, la invención se explicará en detalle haciendo referencia a las realizaciones a modo de ejemplo mostradas en los dibujos, en los que:

la figura 1 es un diagrama detallado de un pulverizador agrícola de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención que muestra los componentes físicos del sistema del pulverizador,

10 la figura 2 es una ilustración simplificada y diagramática del pulverizador agrícola de campos de acuerdo con la figura 1, que muestra solo los elementos que son relevantes para el control del pulverizador,

la figura 3 es un diagrama que muestra con mayor detalle el sistema de control indicado en la figura 2 en un estado operativo en el que la señal de todos los sensores está disponible,

15 la figura 4 es un diagrama que muestra con mayor detalle el sistema de control indicado en la figura 2 en un estado operativo donde la señal del sensor de flujo no está disponible, y

la figura 5 es un diagrama que muestra con mayor detalle el sistema de control indicado en la figura 2 en un estado operativo en el que la señal del sensor de presión no está disponible.

Descripción detallada de realizaciones preferentes

20 En la siguiente descripción detallada, el pulverizador agrícola de campos se describirá mediante las realizaciones a modo de ejemplo. Las figuras 1 a 3 muestran un pulverizador agrícola de campos y un sistema de control para ello de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

En el presente ejemplo de realización, el pulverizador 1 agrícola de cultivos y campos es un pulverizador de aspiración de tractor (pulverizador de remolque). Sin embargo, se entiende que el pulverizador también puede ser un pulverizador autopulsado.

25 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, el pulverizador 1 tiene un depósito principal 10 transportado por un bastidor que también soporta las ruedas (no mostradas). La entrada de la bomba accionada por motor 20, por ejemplo, mediante la toma de fuerza (PTO - Power Take Off, en inglés) 7 de un tractor se conecta selectivamente al depósito principal 10 para contener el líquido de pulverización o se conecta a un depósito de lavado 11 (para mantener el agua limpia) por medio de un conducto de entrada 12 que incluye una válvula de sección de succión 14, para
30 seleccionar el depósito respectivo a ser conectado a la entrada 9 de la bomba.

Descripción del sistema de fluido

35 En la presente realización, la bomba 20 es una bomba de desplazamiento positivo, preferentemente una bomba de diafragma que tiene una pluralidad de diafragmas, por ejemplo, en una disposición en estrella con un cigüeñal central que puede ser acoplado a la toma de fuerza (PTO) de un tractor que aspira en el pulverizador 1. Alternativamente, se puede utilizar una bomba de pistón o una bomba centrífuga.

La salida de la bomba 20 está conectada a un conducto de alimentación 25 que conduce a una disposición de válvulas 28 controlada electrónicamente que incluye una pluralidad de válvulas de sección 29 controladas eléctrica o electrónicamente. El conducto de alimentación 25 incluye un filtro 23 y una válvula de una vía 24.

40 La entrada 9 de la bomba 20 está conectada a la salida de una válvula de regulación 30 a través de un conducto de retorno 32 y a la válvula de la sección de succión 14. La válvula de selección de succión 14 conecta selectivamente la entrada 9 al conducto 12 del depósito principal que incluye un filtro 13 o un acoplador 38 de llenador rápido.

Un conducto de agitación 18 se ramifica desde el conducto 25. El conducto de agitación 18 incluye una válvula de agitación 17 y conduce a un agitador 19 en el depósito principal 10 para agitar el fluido en el depósito principal cuando sea necesario, por ejemplo, para evitar la precipitación.

45 Una válvula de selección de presión 21 tiene una entrada que recibe fluido desde el conducto de alimentación 25 y la válvula de selección de presión 21 puede conectar selectivamente su entrada a las boquillas 34 de limpieza interna del depósito o a un acoplador 39 de drenaje de presión o a un llenador químico 37 a través de uno de sus tres puertos de salida respectivos. Una válvula de encendido / apagado 22 está conectada a la válvula de selección de presión 21, es decir, la válvula de encendido / apagado 22 cambia de posición cuando la válvula de selección de
50 presión 21 cambia de posición. La válvula de selección de presión 21 tiene cuatro posiciones. En una posición, cierra todos sus puertos y la válvula de encendido / apagado 22 está abierta, es decir, el fluido de la bomba 20

puede fluir a la disposición de válvulas 28 y a la válvula de regulación 30. En las otras tres posiciones, la válvula de selección de presión 21 se conecta a uno de los tres puertos de salida y la válvula de encendido / apagado 22 está cerrada y no permite el flujo a la disposición de válvulas 28 y a la válvula de regulación 30.

5 En la figura 1, se ha mostrado una válvula de selección de presión 21 operada manualmente, sin embargo, se debe entender que, en su lugar, se podría utilizar una válvula de selección de presión 21 accionada eléctricamente.

Una válvula de seguridad 35 que se abre al depósito principal está directamente conectada al conducto de alimentación 25.

La disposición de válvulas 28 conecta selectivamente el conducto de alimentación 25 a una línea de derivación 26 durante la no pulverización.

10 El pulverizador y/o el lavador 1 agrícola de campos est provistos de una pluma 15 con una gran cantidad de boquillas de pulverización. La pluma 15 está dividida en una pluralidad de secciones 16, típicamente en 3 a 13 secciones, conteniendo cada sección 16 una pluralidad de boquillas de pulverización.

15 Durante la pulverización, la disposición de válvulas 28 conecta el conducto de alimentación selectivamente a una o más o a todas las secciones de la pluma 16 por medio de la activación individual de las válvulas de sección 29. Cada sección de la pluma 16 está provista de una o más boquillas de pulverización y cada sección de la pluma está conectada a una válvula de sección 29. El tipo de boquilla, es decir, la restricción al flujo de las boquillas de pulverización en las secciones de la pluma 16 puede ser cambiado manualmente por un operador. Típicamente, una pluralidad de boquillas de pulverización están dispuestas en una cabeza giratoria con una de las boquillas de pulverización en una posición activa, mientras que la rotación manual de la cabeza por parte de un operador selecciona otra boquilla de pulverización. Por lo tanto, existen diferentes boquillas disponibles para adaptarse a diferentes condiciones de pulverización. El operador puede cambiar el tipo de boquilla para adaptarse a los requisitos reales.

Descripción de los componentes de control

25 La válvula de regulación 30 es una válvula motorizada controlable electrónicamente. La válvula de regulación 30 puede estar colocada dentro de un rango de posiciones entre dos posiciones extremas. La primera posición extrema proporciona la restricción más baja para fluir, mientras que la segunda posición extrema opuesta proporciona la más alta restricción para fluir (es decir, completamente cerrada) a través de la válvula de regulación. Cuando la válvula de regulación 30 cambia de posición hacia la primera posición extrema, la restricción al flujo disminuye, y cuando la válvula de regulación 30 cambia de posición hacia la segunda posición extrema, la restricción de flujo aumenta.

30 En una realización, la válvula de regulación 30 es una válvula motorizada controlable electrónicamente. Esta válvula de regulación 30 tiene un miembro de válvula móvil que define una apertura de flujo controlable y un motor de accionamiento eléctrico acoplado al miembro de la válvula a través de un engranaje de reducción. El área de apertura de la válvula de regulación es infinitamente variable, es decir, la apertura puede ser variada de manera continua (sin escalones) entre dos posiciones extremas mediante el accionamiento del motor de accionamiento eléctrico. El miembro de válvula móvil puede ser, por ejemplo, un disco, una placa o una bola y se pueden utilizar diversos materiales tales como plástico, acero o cerámica. En una realización, la válvula de regulación 30 está provista de un motor de accionamiento eléctrico que acciona el miembro de válvula por medio de un engranaje de reducción. La posición de la válvula de regulación se mide con un sensor de posición (no mostrado) y el sensor produce una señal que representa la posición de la válvula de regulación 30. Típicamente, la posición de la válvula es un ángulo y, por lo tanto, el sensor de posición es un sensor de ángulo.

45 Típicamente, este tipo de válvula de regulación 30 tiene una respuesta relativamente lenta a una demanda de cambio de posición, por ejemplo, de una señal de control. Un tiempo de respuesta típico para este tipo de válvula de regulación es entre 5 y 20 segundos para mover la válvula de una posición extrema de la válvula 30 a la posición opuesta de la válvula 30. El engranaje de reducción puede estar configurado de tal manera que el motor eléctrico necesita tomar entre 15.000 y 120.000 revoluciones para mover la válvula 30 desde una posición extrema a la otra posición extrema.

Un sensor de presión 41 mide la presión en el conducto de alimentación 25 del fluido que es suministrado a la disposición de válvulas 28, y el sensor de presión 41 genera una señal indicativa de ello. En una realización, el sensor de presión 41 está posicionado justo aguas arriba de la disposición de válvula 28.

50 Un sensor de flujo 42 mide el flujo en el conducto de alimentación 25 a la disposición de válvulas 28, y el sensor de flujo 42 genera una señal indicativa de ello. En una realización, el sensor de flujo 42 está posicionado justo aguas arriba de la disposición de válvulas 28.

55 Un controlador 50 controla el funcionamiento del pulverizador y está configurado para funcionar en varios modos, tales como un modo automático / de funcionalidad completa o un modo manual. En el modo manual, el operador controla la posición de la válvula de regulación 30 de manera directa. En el modo de funcionamiento automático / completo que se describe en detalle a continuación, el controlador determina automáticamente una posición

apropiada para la válvula de regulación 30, un aumento / disminución de la presión de pulverización y el valor de consigna del flujo de la boquilla (l/min).

5 En el modo automático, el controlador 50 recibe la entrada de trabajo desde un operador. La entrada de trabajo puede ser una orden del operador, tal como pulverización ACTIVADA o pulverización DESACTIVADA, la tasa de aplicación deseada, la cantidad de boquillas seleccionadas y diversos ajustes adicionales. Otras entradas de trabajo determinadas por el operador son, por ejemplo, velocidad del pulverizador (m/s), velocidad de rotación de la bomba (RPM) y número total de boquillas.

10 Sobre la base de la entrada del trabajo, el controlador 50 determina el valor de consigna del flujo de la boquilla. El valor de consigna del flujo de la boquilla es el valor de consigna del flujo por cada boquilla de pulverización. Cada boquilla de pulverización cubre un ancho de pulverización determinado. Los operadores establecen el valor de consigna para el volumen por área aplicado (tasa de aplicación). El pulverizador 1 de campos es accionado a una velocidad dada. A continuación, el valor de consigna del flujo por cada boquilla es calculado a partir de la información anterior.

15 Las boquillas de pulverización están montadas en una cabeza giratoria que sostiene, por ejemplo, 5 boquillas de pulverización, de modo que es fácil para el operador cambiar la boquilla de pulverización girando el cabezal giratorio. Normalmente, las boquillas de pulverización seleccionadas son del mismo tipo en toda la pluma 15.

20 El caudal y la presión del fluido suministrado a la disposición de válvulas 28 se conocen a partir de las señales de los sensores 41 y 42 que son suministradas al controlador 50. El controlador 50 recibe una señal representativa de la posición de la válvula de regulación 30 y envía una señal de control a la válvula de regulación 30. El controlador envía señales de control a la disposición de válvulas 28 y a las válvulas de sección 29 individuales de la misma.

Descripción de modos de circuitos de control

El sistema de regulación de presión se basa en 3 circuitos cerrados combinados con alimentación hacia delante. En condiciones normales de pulverización, el sistema utiliza los tres circuitos de control, pero utilizará un circuito de control intermedio e interior si uno o más sensores fallan.

25 En el primer circuito cerrado, el circuito de control interior controla la posición de la válvula de regulación 30 utilizando la señal del sensor de posición de la apertura de la válvula de regulación 31.

En el segundo circuito cerrado, el circuito de control intermedio funciona en 2 modos: el modo 1 se aplica cuando el sensor de presión 41 está funcionando y el circuito de control intermedio controla la presión en la pluma. El modo 2 se aplica cuando el sensor de presión 41 no está funcionando; entonces, el circuito controla el flujo a la pluma 15.

30 Los valores de consigna para el control de la presión de la pluma o del flujo de la pluma se basan en la tasa de aplicación, en el ancho de la pluma y en la velocidad de avance.

35 En el tercer circuito cerrado, el circuito de control exterior ajusta el factor de restricción del flujo formado por el tamaño de la boquilla en base a señales de flujo y presión simultáneas. Con ello, un valor de consigna del flujo es convertido en un valor de consigna de la presión. Cuando el sensor de presión no funciona, el operador debe configurar / escribir el factor de restricción del flujo.

40 Durante la pulverización, la restricción del flujo se determina mediante la restricción resultante determinada por las boquillas activas. El controlador 50 conoce asimismo el número de boquillas de pulverización activas, ya que el controlador 50 determina, cuáles y cuántas secciones de pluma 16 están activas por medio de la señal de control a la disposición de válvulas 28. Esta información permite al controlador 50 determinar la restricción al flujo de las boquillas y de una sola boquilla y, por lo tanto, determinar el tamaño / tipo de la boquilla, es decir, la restricción al flujo de la boquilla, resolviendo la ecuación que describe la relación entre la presión y el flujo. En una realización, esta determinación se realiza suponiendo que la presión aumenta exponencialmente (a la potencia de 2) al aumentar el caudal y viceversa.

45 Dado que la medición del flujo y las mediciones de la presión son diferentes en la respuesta dinámica, las mediciones son filtradas mediante un filtro de paso bajo en una realización para obtener una dinámica similar para los valores utilizados para el cálculo.

En una realización, la estimación resultante de la restricción de las boquillas en uso es un filtro de paso bajo para obtener una estimación que sea estable. En una realización, la restricción de las boquillas en uso se calcula de manera continua.

50 La restricción estimada o determinada de las boquillas es utilizada por el controlador 50 para determinar el valor de consigna para la válvula de regulación 30.

El controlador 50 calcula el valor de consigna de la presión cuando la señal de presión está disponible desde el sensor de presión 41.

El controlador 50 calcula el valor de consigna de la presión a partir de la ecuación que describe la relación entre la presión y el flujo con la restricción de la boquilla estimada anteriormente y suponiendo que la presión aumenta de manera exponencial (a la potencia de 2) con el aumento del caudal y viceversa.

5 En el modo de funcionalidad completa el valor de consigna de la presión y el valor de consigna de la pulverización son conocidos, el valor de consigna para la válvula de regulación 30 es calculado por el controlador 50 y se utiliza en una realización en el control de la alimentación hacia delante. Este control de la alimentación hacia delante tiene en cuenta la tasa de aplicación solicitada, el número de boquillas dentro de las secciones activas, la velocidad de conducción y la restricción de boquilla resultante. A partir de estos, el controlador 50 calcula un valor de consigna del flujo de alimentación hacia delante.

10 La figura 3 muestra el controlador 50 con mayor detalle con los circuitos de control. El controlador 50 incluye un controlador de posición (controlador P) que controla la posición de la válvula de regulación 30. Un sensor de posición 31 en la válvula de regulación proporciona una señal correspondiente a la posición de la válvula 30. El controlador de posición es un controlador apropiado. La salida de este controlador controla la velocidad del motor de accionamiento eléctrico que cambia la posición de la válvula de regulación.

15 La señal de posición de la válvula de regulación es enviada al punto de suma 53. El punto de suma 53 también recibe una señal para un componente de cálculo de valor de consigna del ángulo. El componente de cálculo del valor de consigna del ángulo recibe una señal de posición de la válvula de regulación, una señal de un controlador P(I) y una señal del componente de cálculo de la alimentación hacia delante del ángulo.

20 El controlador P(I) recibe una señal del componente de cálculo de la alimentación hacia delante y de un punto de suma 55. El punto de suma 55 recibe la señal del sensor de presión 41 (restada) y una señal de un componente de cálculo del valor de consigna de flujo / presión. En un modo de funcionalidad completa, el controlador P(I) recibe una señal de valor de consigna de la presión.

25 El componente de cálculo de valor de consigna de flujo / presión recibe una señal del componente de cálculo de la estimación de la restricción de la boquilla y una señal de valor de consigna del flujo de las entradas de trabajo. Si la señal de presión está disponible, el cálculo del valor de consigna de flujo / presión determina un valor de consigna de la presión y envía el valor de consigna de la presión determinado al punto de suma 55 y al componente de cálculo de la alimentación hacia delante del ángulo.

30 Si la señal de presión no está disponible (véase la figura 5) el componente de cálculo del valor de consigna de flujo / presión determina un valor de consigna del flujo y envía el valor de consigna del flujo determinado al punto de suma 55 y al componente de cálculo de la alimentación hacia delante de ángulo / posición.

El componente de cálculo de estimación de la restricción de la boquilla recibe la entrada de trabajo, la señal de presión y la señal de flujo, y procesa estas entradas y envía una estimación del valor de la restricción de la boquilla al componente de cálculo del error del flujo / valor de consigna de la presión.

35 El componente de cálculo del error del flujo / valor de consigna de la presión con el punto de suma 55 y el controlador P(I) forma el controlador de circuito exterior y se implementa como un controlador PI. Puede funcionar como un controlador de presión y como un controlador de flujo. Cuando la medición de la presión está disponible, la operación es de control de presión. Esto se prefiere debido a una mejor resolución y linealidad para la medición de la presión sobre la medición del flujo, especialmente a bajos caudales. El controlador de la presión opera con un valor de consigna obtenido a partir del valor de consigna del flujo por medio de la estimación de la restricción de la boquilla.

40 Cuando la señal de presión no está disponible, el circuito intermedio se controla utilizando el caudal medido en comparación con un caudal deseado calculado.

45 El componente de cálculo de la alimentación hacia delante de la posición recibe las entradas de trabajo, la señal de salida del cálculo del error del flujo / valor de consigna de la presión y, sobre la base de estas señales, el componente de cálculo de la alimentación hacia delante determina un valor de consigna correcto anticipado para la válvula de regulación 30 y emite una señal de alimentación hacia delante para el controlador P(I) y el componente de cálculo del valor de consigna de la posición. Por lo tanto, el componente de cálculo del valor de consigna de la posición recibe la señal de alimentación hacia delante y puede iniciar y acelerar el movimiento de la relativamente lenta válvula de regulación 30.

50 El valor de consigna del ángulo para la válvula de regulación 30 es combinado desde la alimentación hacia delante de la posición y la compensación de la posición (salida del controlador de circuito exterior).

55 En una realización, el valor de consigna de la alimentación hacia delante para la válvula de regulación 30, según lo maneja el componente de la alimentación hacia delante de la posición 30, tiene en cuenta la característica de regulación de la válvula. El componente de la alimentación hacia delante de la posición tiene en cuenta la tasa de aplicación solicitada, el número de boquillas en el interior de las secciones abiertas, la velocidad de conducción, la restricción de las boquillas y el flujo de la bomba. A partir de estos se calcula el valor de consigna de la presión.

El controlador del circuito exterior es un controlador-PI y durante condiciones estables, la parte integral proporcionará el valor de consigna adecuado del ángulo para las condiciones de trabajo.

La válvula de regulación 30 se controla en respuesta a las señales de hasta cinco sensores principales:

5 Sensor de velocidad vectorial (velocidad escalar) sensor. Este sensor detecta la velocidad escalar del avance del pulverizador que se utiliza para calcular la tasa volumétrica en todas las velocidades de pulverización.

Sensor de presión 41.

Sensor de flujo 42.

Sensor de posición (ángulo) 31.

10 El sensor de RPM de la PTO 7 lee las RPM de la bomba que corresponden a la velocidad de la bomba, y son utilizadas para calcular el flujo desde la bomba.

15 En una realización, un sensor de posición 31 de la válvula de regulación 30 lee el ángulo de apertura para la válvula giratoria en el interior de la válvula de regulación 30. Cuando se conoce el ángulo de apertura (posición de la válvula), el flujo se puede calcular cuando la presión también es conocida. El controlador 50, con la velocidad de desplazamiento, las RPM de la bomba, las posiciones de la válvula y el tipo / restricción de la boquilla y otra información, puede predecir el valor de consigna correcto para la válvula de regulación 30 en modo de alimentación hacia delante antes de que la pulverización esté DESACTIVADA. Por lo tanto, la tasa volumétrica es correcta, incluso la velocidad de avance ha cambiado significativamente desde que se cerró el DESACTIVADO principal (sin ninguna fluctuación).

20 La posición de la válvula de regulación 20 es ajustada mediante un servomotor /motor de accionamiento que impulsa el miembro de la válvula por medio de una caja de cambios. En una realización, dos discos cerámicos en la válvula de regulación 30 regulan la presión y garantizan una reacción rápida y cero fugas. Los parámetros utilizados son la velocidad de desplazamiento del pulverizador, las RPM de la toma de fuerza (PTO) y el número de secciones de la pluma 16 activadas, y el beneficio es tasas de aplicación más precisas a partir de que el segundo pulverizador 1 inicia la pulverización.

25 El controlador 50 arranca y mueve la válvula de regulación 30 hacia la posición final, es decir, el valor de consigna deseado inmediatamente después de que el operador realice cambios, es decir, envía nuevas instrucciones. Por ejemplo, cuando las válvulas de la sección 29 están abiertas, la válvula de regulación 30 arranca al mismo tiempo, ya que las válvulas de la sección 29 tienen instrucciones de cambiar la posición.

30 Los cinco sensores también se respaldan entre sí y garantizan que el sistema puede continuar la regulación incluso si una o más señales del sensor fallan Los sensores utilizados son:

Sensor de velocidad del pulverizador

Sensor del flujo 42

Sensor de presión 41

Sensor de r.p.m. de la bomba 27

35 Sensor de posición de la válvula de regulación 31

El sensor de velocidad del pulverizador puede formar parte del pulverizador 1 de campos o puede estar en el tractor tirando del pulverizador agrícola. La señal puede ser derivada de la velocidad de la rueda del pulverizador agrícola o del tractor o el sensor del pulverizador puede estar basado en GPS. También se pueden utilizar otros tipos de sensores, tales como los basados en radar.

40 Durante el funcionamiento, una de las funciones de alimentación hacia delante actúa como sigue. El pulverizador 1 agrícola arrastrado por un tractor sobre el campo. Justo antes de que el tractor llegue a la cabecera, el operador lo reduce a una velocidad a la que puede realizar un giro de 180° con un radio que corresponde aproximadamente a la mitad del ancho de la pluma del pulverizador 15. Típicamente, la velocidad de giro es aproximadamente de dos tercios de la velocidad de pulverización. Dado que la posición del pulverizador 1 agrícola detrás del tractor aún está pulverizando cuando el tractor está girando, es decir, el pulverizador agrícola disminuye la velocidad mientras pulveriza la última parte del campo antes de llegar a la cabecera, el controlador 50 cambia la posición de la válvula de regulación 30 en consecuencia para reducir el caudal a la disposición de válvulas 28, para garantizar una tasa de aplicación constante. Cuando la pluma del pulverizador 15 llega a la cabecera, el operador da la señal de pulverizador DESACTIVADO. En este momento, el tractor todavía está realizando el giro de 180°. Al final del giro de 180°, el operador comienza a acelerar el tractor a su velocidad regular de pulverización y, cuando la pluma del pulverizador 15 sale de la cabecera y alcanza el área a pulverizar, el tractor y el pulverizador 1 agrícola han alcanzado casi la velocidad de crucero de pulverización.

5 Sin medidas especiales, la válvula de regulación 30 todavía estaría en la posición que corresponde a una tasa de aplicación de la velocidad de desplazamiento del tractor en el giro de 180°. Si este fuera el caso, se producirá una caída de presión cuando el operador envíe la señal de pulverización ACTIVADA, ya que la válvula de regulación es una posición que corresponde a un caudal mucho menor que el que el caudal realmente necesario (para la velocidad real del pulverizador). Esto significaría que la tasa de aplicación estaría muy por debajo de la tasa de aplicación deseada y dado que la válvula de regulación 30 es (relativamente) lenta en comparación con las instrucciones para cambiar de posición, esto significaría que la tasa de aplicación se mantendría muy por debajo de la tasa de aplicación durante bastante tiempo.

10 Sin embargo, el controlador 50 está provisto de una función de alimentación hacia delante en la velocidad del pulverizador que también está activa durante la no pulverización (pulverización DESACTIVADA).

15 En consecuencia, el controlador 50 ordena a la regulación aproximadamente 30 que comience a moverse hacia un valor de consigna que corresponda al valor de consigna que sería correcto si el pulverizador estuviese realmente pulverizando (pulverización ACTIVADA). Esto significa que el controlador 50 comienza a mover la válvula de regulación 30 en la dirección de cierre tan pronto como el controlador recibe una señal de que la velocidad de desplazamiento del pulverizador 1 agrícola está aumentando durante la operación de cabecera (pulverización DESACTIVADA).

20 Durante la operación de pulverización normal, la posición de la regulación de la válvula 30 es controlada tal como se ha descrito anteriormente en relación, entre otras cosas, con la señal de presión. Sin embargo, cuando el operador o el controlador 50 decide activar o desactivar las secciones de la pluma 16 durante la pulverización, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la regulación de la válvula 30 solamente con alimentación hacia delante durante el tiempo que tarda la válvula o las válvulas de sección en cambiar de posición.

25 Una de las razones para controlar la posición de la válvula de regulación 30 con alimentación hacia delante es el hecho de que el cambio de la posición de las válvulas de sección en la disposición de válvulas 28 causa algunas fluctuaciones de presión que podrían perturbar el sistema de control. Otra razón es el hecho de que activar o desactivar una sección de la pluma 16 provoca un cambio significativo en la resistencia al flujo. Si la válvula de regulación tardara mucho tiempo en adaptarse al cambio de la resistencia al flujo, esto causaría un período relativamente largo de funcionamiento con una presión incorrecta y un flujo incorrecto. Dado que la regulación de la válvula 30 es relativamente lenta para cambiar de posición en respuesta a la señal de control, el controlador 50 está configurado para comenzar a cambiar la posición de la válvula de regulación inmediatamente cuando cualquiera de las válvulas de sección 29 recibe una señal para cambiar de posición. Por lo tanto, durante el tiempo en el que una selección de válvula está cerrando, el controlador 50 emite una señal a la válvula de regulación 30 para que comience a moverse en una dirección de apertura hacia un nuevo valor de consigna con una menor restricción al flujo. Durante el tiempo que una válvula de sección 29 está abriendo el controlador 50, se envía una señal a la válvula de regulación 30 para que comience a moverse en una dirección de cierre hacia un nuevo valor de consigna con una mayor restricción de flujo. Cuando se opera con alimentación hacia delante, el controlador 50 puede dar instrucciones a la válvula 30 para que cambie la posición lo más rápido posible. Tan pronto como la válvula de sección 29 o las válvulas de sección 29 han terminado de cambiar de posición, el controlador 50 vuelve a su funcionamiento normal.

Funcionamiento con fallo del sensor otros fallos

40 El controlador 50 está configurado de tal manera que el pulverizador 1 está funcionando completamente, aunque con una funcionalidad degradada en caso de que falten señales del sensor.

El controlador 50 está configurado de tal manera que el pulverizador 1 está funcionando completamente, aunque con una funcionalidad degradada si ocurren fallos en el sistema de fluido, por ejemplo, defectos de la bomba, filtros parcialmente obstruidos, válvulas con fugas.

45 Cuando todos los sensores (Ángulo = posición de la válvula de regulación, posición del sensor de posición), RPM de la bomba, flujo hacia la pluma, presión hacia la pluma y velocidad del pulverizador están disponibles, el controlador 50 funciona en un modo denominado de funcionalidad completa, que se ha descrito en detalle anteriormente y se ilustra haciendo referencia a la figura 3.

50 El controlador 50 registra la disponibilidad de las señales del sensor. El controlador 50 está configurado para cambiar automáticamente a uno específico de una pluralidad de modos de fallo de sensor cuando una o más de las señales de sensor no están disponibles para el controlador 50. Los modos de fallo de sensor garantizan el funcionamiento continuo del pulverizador 1 con funcionalidad reducida, tal como se describe en la tabla 1. Los modos de fallo de sensor, en general, necesitarán una acción adicional por parte del operador en comparación con el modo de funcionalidad completa. Cuando una de las señales del sensor no está disponible para el controlador 50, emitirá una alarma que se notificará al operador, por ejemplo, a través de una pantalla (no mostrada) o mediante una alarma sonora.

ES 2 693 552 T3

Ángulo	RPM	Flujo	Presión	Señal de velocidad	Modo de regulación	Circuito	Boquilla	Control de la velocidad
Usar	Usar	Usar	Usar	Usar	Funcionalidad completa	P	Automáticamente	Automáticamente
Defecto	Ignorar	Ignorar	Ignorar	Ignorar	Funcionalidad reducida 1	Ajustar la presión después de medir la presión mecánica		
Usar	Defecto	Usar	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 2	P	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Ignorar	Defecto	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 3	P	Introducir manualmente nuevo tamaño cuando se cambia la boquilla	Automáticamente
Usar	Defecto	Defecto	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 3	P	Introducir manualmente nuevo tamaño cuando se cambia la boquilla	Automáticamente
Usar	Ignorar	Usar	Defecto	Usar	Primera funcionalidad reducida	Q	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Defecto	Usar	Defecto	Usar	Primera funcionalidad reducida	Q	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Ignorar	Defecto	Defecto	Ignorar	Funcionalidad reducida 5 Solo manual	Ajustar la presión después de medir la presión mecánica		
Usar	Usar	Usar	Usar	Defecto	Funcionalidad reducida 6 Pulverización a velocidad constante	P	Automáticamente	Mantener el pulverizador a velocidad de conducción constante

5 El controlador 50 está configurado para recibir un grupo de señales necesarias para determinar de manera automática el valor de consigna deseado para la válvula de regulación 30. Este grupo de señales incluye una señal del sensor de presión 41, que proporciona una señal que representa la presión del fluido suministrado a la disposición de válvulas 28, una señal del sensor de flujo 42, que representa el caudal del flujo hacia la disposición de válvulas 28, una señal del sensor de posición de la válvula de regulación 31, que representa la posición de la válvula de regulación 30, una señal del sensor de velocidad de la bomba 27, que representa la velocidad de la bomba 20, y una señal del sensor de velocidad del pulverizador, que detecta la velocidad del pulverizador 1 agrícola de cultivos y campos. El sensor de velocidad del pulverizador y el sensor de velocidad de la bomba no necesitan formar parte del pulverizador 1 agrícola, y podrían formar parte de un tractor (no mostrado) que arrastra el pulverizador 1 agrícola. El controlador 50 puede, además de las señales en el grupo anterior, recibir muchas otras señales que están relacionadas con otras tareas, tales como señales, por ejemplo, de un sensor de depósito principal lleno, sensor de depósito de lavado, un medidor de flujo del depósito de lavado, pero estas señales no son esenciales para el presente contexto.

10

El controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 de acuerdo con una pluralidad de modos de funcionamiento. El controlador 50 está configurado para seleccionar de manera automática uno de los modos de funcionamiento, en base a la disponibilidad de las señales de sensor en el grupo de señales descrito anteriormente.

- 5 La pluralidad de modos de funcionamiento incluye un modo de funcionalidad completa y una pluralidad de modos de funcionalidad reducida.

10 El controlador 50 es configurado para accionar el pulverizador 1 agrícola de cultivos y campos en el modo de funcionalidad completa cuando la señal del sensor de presión 41, el sensor de flujo 42, la señal del sensor de posición de la válvula de regulación 31, la señal del sensor de velocidad de la bomba 27 y la señal de todos los sensores de velocidad del pulverizador están disponibles.

El controlador 50 está configurado para accionar el pulverizador 1 agrícola de cultivos y campos en uno de los modos de funcionalidad reducida cuando una o más de las señales del grupo de señales descrito anteriormente no está disponible para el controlador 50.

- 15 En una realización, existe un modo de funcionalidad reducida para cada una de las situaciones en las que una de las señales en el grupo no está disponible para el controlador 50.

De acuerdo con otra realización, existe un modo de funcionalidad reducida para varias situaciones en las que la combinación de varias de las señales del grupo no está disponible para el controlador 50.

20 En el modo de funcionalidad completa, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 en un circuito cerrado utilizando la relación de la señal de presión con respecto a un valor de consigna deseado de la presión, está configurado para determinar la restricción al flujo de las boquillas de pulverización activas, está configurado para determinar de manera automática la posición deseada para la válvula de regulación 30 en relación con la medida determinada de la restricción del flujo, y está configurado para adaptar el valor deseado de consigna de presión en relación con la señal de velocidad del pulverizador.

25 En un primer modo de funcionalidad reducida, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 en un circuito cerrado utilizando la señal de flujo en relación a un valor de consigna deseado del caudal, cuando la señal desde el sensor de presión (41) no está disponible, tal como se ilustra haciendo referencia a la figura 5. En el primer modo de funcionalidad reducida, la restricción de la boquilla no se realiza y el punto de suma 55 recibe un valor de consigna del flujo directamente de las entradas de trabajo.

30 El controlador está configurado suponer que la restricción al flujo es una restricción al flujo predeterminada relativamente grande cuando dicho período de tiempo predeterminado sin pulverización ha transcurrido. El controlador está configurado para adaptar la posición de la válvula de regulación 30 a la restricción de flujo predeterminada relativamente grande. Esta gran restricción al flujo ficticia se mantendrá hasta que sea modificada por la entrada del operador o un nuevo valor calculado cuando las señales del sensor estén nuevamente disponibles.

- 35 En una realización, el controlador 50 está configurado asimismo para utilizar el primer modo de funcionalidad reducida cuando ni la señal proveniente del sensor de presión 41 ni la señal de velocidad de la bomba están disponibles.

40 El controlador 50 utiliza un segundo modo de funcionalidad reducida cuando no está disponible la señal del sensor de flujo 42, tal como se ilustra haciendo referencia a la figura 4. En el segundo modo de funcionalidad reducida, el controlador 50 no determina la restricción real al flujo de las boquillas de pulverización activas, y en el segundo modo de funcionalidad reducida, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en base a la última restricción al flujo determinada antes de que la señal del sensor de flujo estuviese disponible, o el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en base a la entrada (manual) por parte de un operador que indica la restricción al flujo.

- 45 En una realización, el controlador 50 está configurado asimismo para utilizar el segundo modo de funcionalidad reducida cuando tanto la señal del sensor de flujo 42 como la señal de velocidad de la bomba no están disponibles.

50 Un tercer modo de funcionalidad reducida se utiliza cuando la señal de velocidad del pulverizador no está disponible. En el tercer modo de funcionalidad reducida, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en función de una entrada por parte de un operador que indica la velocidad del pulverizador.

En una realización, el controlador 50 está configurado para utilizar el control de alimentación hacia delante en el modo de funcionalidad completa, y en el que el controlador 50 está configurado en esta realización para utilizar se en un cuarto modo de funcionalidad reducida que no usa el control de alimentación hacia delante cuando la señal de velocidad de la bomba no está disponible.

Si la señal de posición de la válvula de regulación no está disponible para el controlador 50, el operador tiene que configurar manualmente la posición de la válvula de regulación 30 sobre la base de la presión de lectura manual en el conducto de alimentación 25 y, de este modo, el controlador 50, de manera efectiva, es ignorado.

5 Una ventaja de la presente invención es que no es necesaria ninguna instalación o sintonización para el cambio de boquilla, puesto que la función de estimación de boquilla del controlador 50 determina de manera automática el tipo de boquilla que está presente / seleccionado.

Una ventaja de la presente invención es que se evitan situaciones de sobrepresión, por ejemplo, después de una ejecución en vacío y un rellenado del depósito principal.

10 En una realización, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada para la válvula de regulación 30 sin la utilización de alimentación hacia delante cuando la señal proveniente del sensor de presión 41 no está disponible.

En una realización, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada para la válvula de regulación 30 sin la utilización de alimentación hacia delante cuando la señal del sensor de flujo no está disponible.

15 El término "que comprende", tal como se utiliza en las reivindicaciones, no excluye otros elementos o etapas. El término "un" o "una" tal como se utiliza en las reivindicaciones, no excluye una pluralidad. El único procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios medios citados en las reivindicaciones.

Los signos de referencia utilizados en las reivindicaciones no deben ser considerados como limitativos del alcance.

20 Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con fines ilustrativos, se comprende que ese detalle es solo para ese propósito, y los expertos en la técnica pueden realizar variaciones en la misma sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos, comprendiendo dicho pulverizador (1):
 - un depósito de fluido del pulverizador (10),
 - 5 una bomba de desplazamiento positivo (20), estando la entrada de la bomba en comunicación fluida con dicho depósito (10),
 - una pluma (15), dividida en secciones de pluma (16) y estando provista cada sección de la pluma de una pluralidad de boquillas de pulverización,
 - una disposición de válvula (28), asociada con dichas secciones de pluma (16),
 - 10 un conducto de alimentación (25), para establecer comunicación fluida entre una salida de dicha bomba (20) y dicha disposición de válvulas (28),
 - dicha disposición de válvulas (28) está configurada para conectar selectivamente el conducto de alimentación (25) a un conducto de derivación (26) o a una o más de las secciones de la pluma (16),
 - un conducto de retorno (32), que se ramifica desde el conducto de alimentación (25),
 - 15 una válvula de regulación (30), aplicando dicha válvula de regulación (30) un grado variable de estrangulamiento al fluido que fluye desde dicho conducto de alimentación (25) a través de dicho conducto de retorno (32), dependiendo dicho grado variable de estrangulación de la posición de dicha válvula de regulación (30),
 - un controlador (50), configurado para recibir señales de instrucción de un operador, y configurado para recibir otras señales medidas, estando configurado dicho controlador (50) para controlar la posición de la válvula de regulación (30) utilizando las instrucciones del operador y las señales medidas disponibles utilizando uno o más circuitos de control de la retroalimentación, caracterizado por que dichos circuitos de control de la retroalimentación se combinan con una señal de control de la alimentación hacia delante.
 - 20
2. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho circuito o circuitos de retroalimentación utilizan señales que representan la presión del fluido suministrado a la disposición de válvulas (28) y/o que representan el caudal del fluido suministrado a la disposición de válvulas (28).
- 25 3. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho controlador (50) determina un valor de consigna correcto anticipado para la válvula de regulación (30) para crear una señal de alimentación hacia delante sobre la base de las condiciones cambiantes que se registran a través de las señales recibidas.
- 30 4. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho controlador (50) utiliza señales del operador y/o una señal que representa la velocidad de desplazamiento del pulverizador, y/o utiliza una señal que indica cambios en la posición de las válvulas de sección (29) en dicha disposición de válvulas (28) para crear una señal de alimentación hacia delante sobre la base de las condiciones cambiantes que se registran por medio de la señal recibida.
- 35 5. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho controlador (50) comprende un componente de cálculo del valor de consigna para la válvula de regulación (30), dicho componente de cálculo del valor de consigna recibe dicha señal de alimentación hacia delante y es capaz de iniciar o acelerar el movimiento de la relativamente lenta válvula de regulación (30) en respuesta a las condiciones de cambio registradas.
- 40 6. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho controlador (50) recibe además una señal indicativa de la posición de la válvula de regulación (30).
7. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende, además:
 - un sensor de presión (41), para proporcionar una señal que representa la presión del fluido suministrado a dicha disposición de válvulas (28), y
 - 45 un sensor de flujo (42), para proporcionar una señal que representa el flujo en dicho conducto de alimentación (25) a dicha disposición de válvula (28),
 - recibiendo dicho controlador (50) la señal del sensor de presión (41), y recibiendo la señal del sensor de flujo (42), y
 - estando configurado dicho controlador (50) para estimar la restricción al flujo de las boquillas de pulverización activas utilizando la señal de dicho sensor de presión (41) y dicho sensor de flujo (42).

8. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos campos de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho controlador (50) está configurado para determinar el ajuste deseado para dicha válvula de regulación (30) utilizando dicha restricción estimada del flujo.
- 5 9. Un pulverizador de campo agrícola (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho controlador (50) está configurado además para utilizar, entre otras entradas, la restricción estimada al flujo a través de las boquillas activas para determinar una posición esperada para la válvula de regulación (30) que corresponde a una tasa de aplicación deseada.
- 10 10. Un pulverizador (1) agrícola de campos de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho controlador (50) está configurado para utilizar dicha posición esperada para la válvula de regulación (30) en un control de alimentación hacia delante de la válvula de regulación (30).
- 15 11. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que dicho controlador (50) está informado del número de secciones de pluma (16) y de boquillas de pulverización que están activas, y en el que dicho controlador (50) está configurado para determinar la restricción global al flujo de las boquillas de pulverización activas, y en el que el controlador (50) está configurado para determinar la restricción al flujo de las boquillas de pulverización individuales.
- 20 12. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que dicho controlador (50) recibe una señal que representa la posición real de dicha válvula de regulación (30), y dicho controlador (50) está configurado para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) utilizando la señal que representa la posición real de la válvula de regulación (30).
- 25 13. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho controlador (50) recibe una señal indicativa de la velocidad del pulverizador, y recibe una señal de instrucción indicativa de la tasa de aplicación deseada del fluido de pulverización, y en el que dicho controlador (50) está configurado para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) para obtener una presión y caudal del fluido suministrado a dicha disposición de válvulas (28) que está optimizada para la aplicación deseada, y el tipo real de boquilla de pulverización.
- 30 14. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que dicho controlador (50) está configurado para suponer que una información obtenida previamente acerca del tipo de boquilla (50) sigue siendo válida a menos que se haya interrumpido la actividad de pulverización durante un período de tiempo que excede un valor predeterminado.
- 35 15. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, en el que dicho controlador (50) está configurado para suponer que la restricción al flujo es una restricción al flujo predeterminada relativamente grande cuando dicho período de tiempo predeterminado sin pulverización haya transcurrido, y dicho controlador (50) está configurado para adaptarse a la posición de la válvula de regulación (30) en consecuencia a dicha restricción al flujo relativamente grande.
- 40 16. Un pulverizador (1) de campo agrícola de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que dicho controlador (50) recibe una señal de velocidad indicativa de la velocidad real del pulverizador (1),
dicho controlador (50) está configurado para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) durante la operación de pulverización y durante la operación de no pulverización, y
dicho controlador (50) está configurado para controlar la válvula de regulación (30) durante la no pulverización para desplazarse en la dirección de cierre en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador (1) está aumentando.
- 45 17. Un pulverizador (1) de campo agrícola de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) durante la no pulverización que se mueva en la dirección de apertura en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador (1) está disminuyendo.
- 50 18. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) durante la no pulverización que se mueva en la dirección de cierre a la velocidad más alta posible, en respuesta a la señal de velocidad cuando la velocidad de desplazamiento del pulverizador (1) está aumentando.
19. Un pulverizador de campo agrícola (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que dicho controlador (50) está configurado adicionalmente para controlar dicha disposición de válvulas (28), y dicho controlador (50) está configurado para enviar una señal de control a dicha disposición de válvulas (28) para conectar el conducto de alimentación (25) a dicho conducto de derivación (26) cuando el controlador (50) recibe instrucciones de no pulverizar, y dicho controlador (50) está configurado para enviar una señal de control a dicha disposición de

válvulas (28) para conectar uno o más de dichas secciones de pluma (16) a dicho conducto de alimentación (25) cuando el controlador (50) recibe instrucciones de pulverizar.

5 20. Un pulverizador (1) de campo agrícola de acuerdo con la reivindicación 18 o 19, en el que dicho controlador (50) está configurado para controlar la válvula de regulación (30) durante la operación de no pulverización para moverse hacia un valor de consigna que corresponde al valor de consigna con la velocidad de avance real del pulverizador. (1) en la operación de pulverización.

21. Un pulverizador (1) de campo agrícola de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 20, en el que:

dicha disposición de válvulas (28) incluye una pluralidad de válvulas de sección (29) controladas electrónicamente y, por lo que, una sección de la pluma (16), está asociada con cada una de dichas válvulas de sección (29),

10 dicho controlador (50) está configurado para controlar dichas válvulas de sección (29) y dicho controlador (50) está configurado para emitir una señal de control para conectar y desconectar selectivamente secciones específicas de la pluma (16) a dicho conducto de alimentación,

15 dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) que se mueva en una dirección de apertura cuando cualquiera de dichas válvulas de sección (29) está en el proceso de desconectar una sección de la barra (16) de dicho conducto de alimentación (25), y

dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) que se mueva en una dirección de cierre cuando alguna de dichas válvulas de sección (29) está en el proceso de conectar una sección de la pluma (16) a dicho conducto de alimentación (25).

20 22. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con la reivindicación 21, en el que dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) que se mueva en la dirección de apertura a la velocidad más alta posible cuando alguna de dichas válvulas de sección (29) está en el proceso de desconectar una sección de la pluma (16) de dicho conducto de alimentación (25).

25 23. Un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos de acuerdo con la reivindicación 21 o 22, en el que dicho controlador (50) está configurado para ordenar a la válvula de regulación (30) que se mueva en la dirección de cierre a la velocidad más alta posible cuando cualquiera de dichas válvulas de sección (29) es en el proceso de conectar una sección de la pluma (16) a dicho conducto de alimentación (25).

24. Un método para controlar un pulverizador (1) agrícola de cultivos y campos, comprendiendo dicho pulverizador (1):

un depósito (10) de fluido del pulverizador,

30 una bomba de desplazamiento positivo (20), estando la entrada de la bomba en comunicación fluida con dicho depósito (10),

una pluma (15), dividida en secciones de pluma (16) y estando provista cada una de las secciones de pluma de una pluralidad de boquillas de pulverización,

una disposición de válvulas (28), asociada con dichas secciones (16),

35 un conducto de alimentación (25) para establecer comunicación fluida entre una salida de dicha bomba (20) y dicha disposición de válvulas (28),

estando configurada dicha disposición de válvulas (28) para conectar selectivamente el conducto de alimentación (25) a un circuito de derivación (26) o a una o más de las secciones de la pluma (16),

un conducto de retorno (32), que se ramifica desde el conducto de alimentación (25),

40 una válvula de regulación (30), aplicando dicha válvula de regulación (30) un grado variable de estrangulamiento al fluido que fluye desde dicho conducto de alimentación (25) a través de dicho conducto de retorno (32), dependiendo dicho grado variable de estrangulamiento de la posición de dicha válvula de regulación (30),

45 comprendiendo dicho método recibir señales de instrucción de un operador y recibir otras señales medidas, caracterizado por controlar la posición de la válvula de regulación (30) utilizando las instrucciones del operador y las señales de medición disponibles que utilizan uno o más circuitos de control de retroalimentación combinados con una señal de alimentación hacia delante.

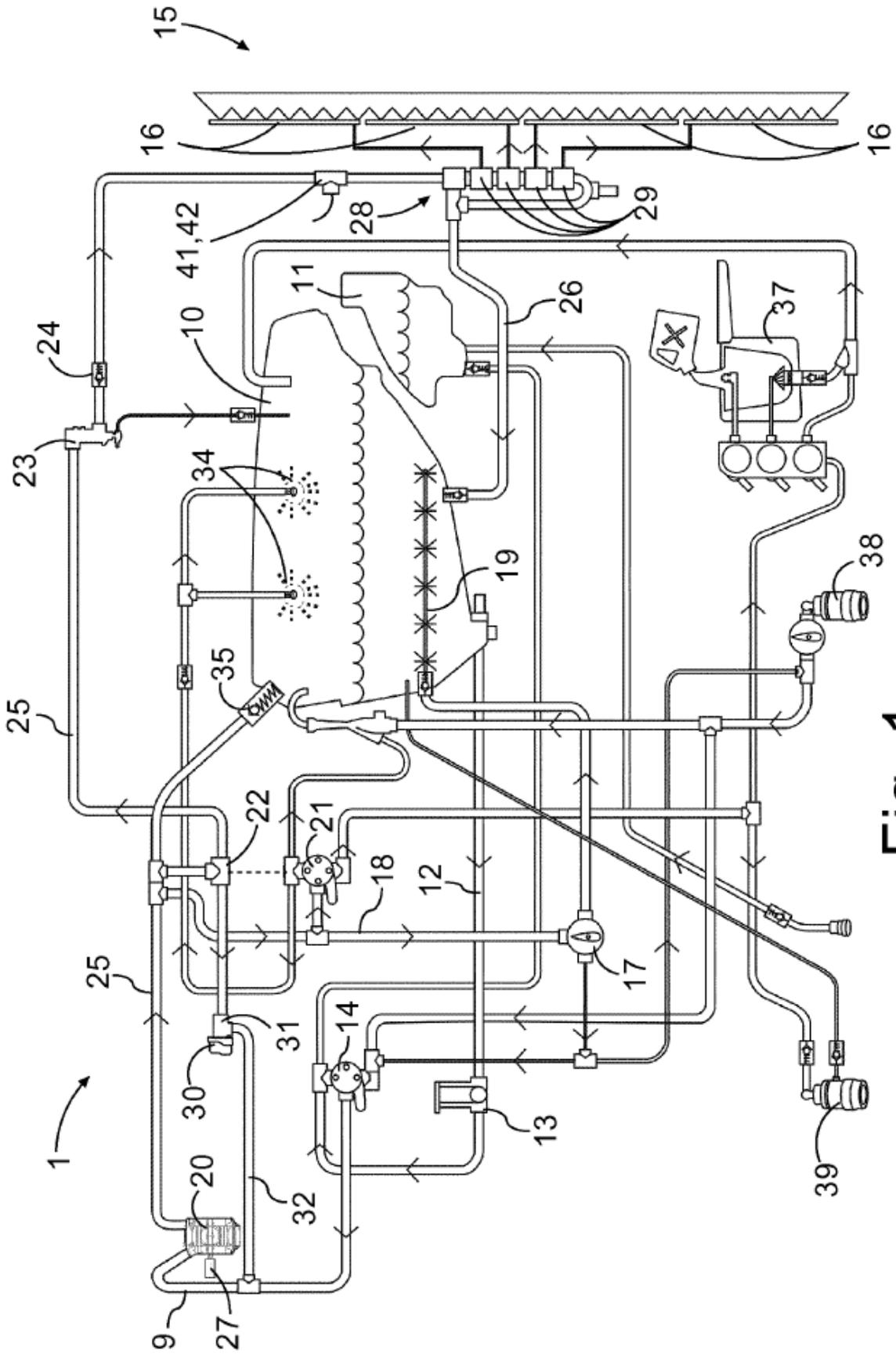


Fig. 1

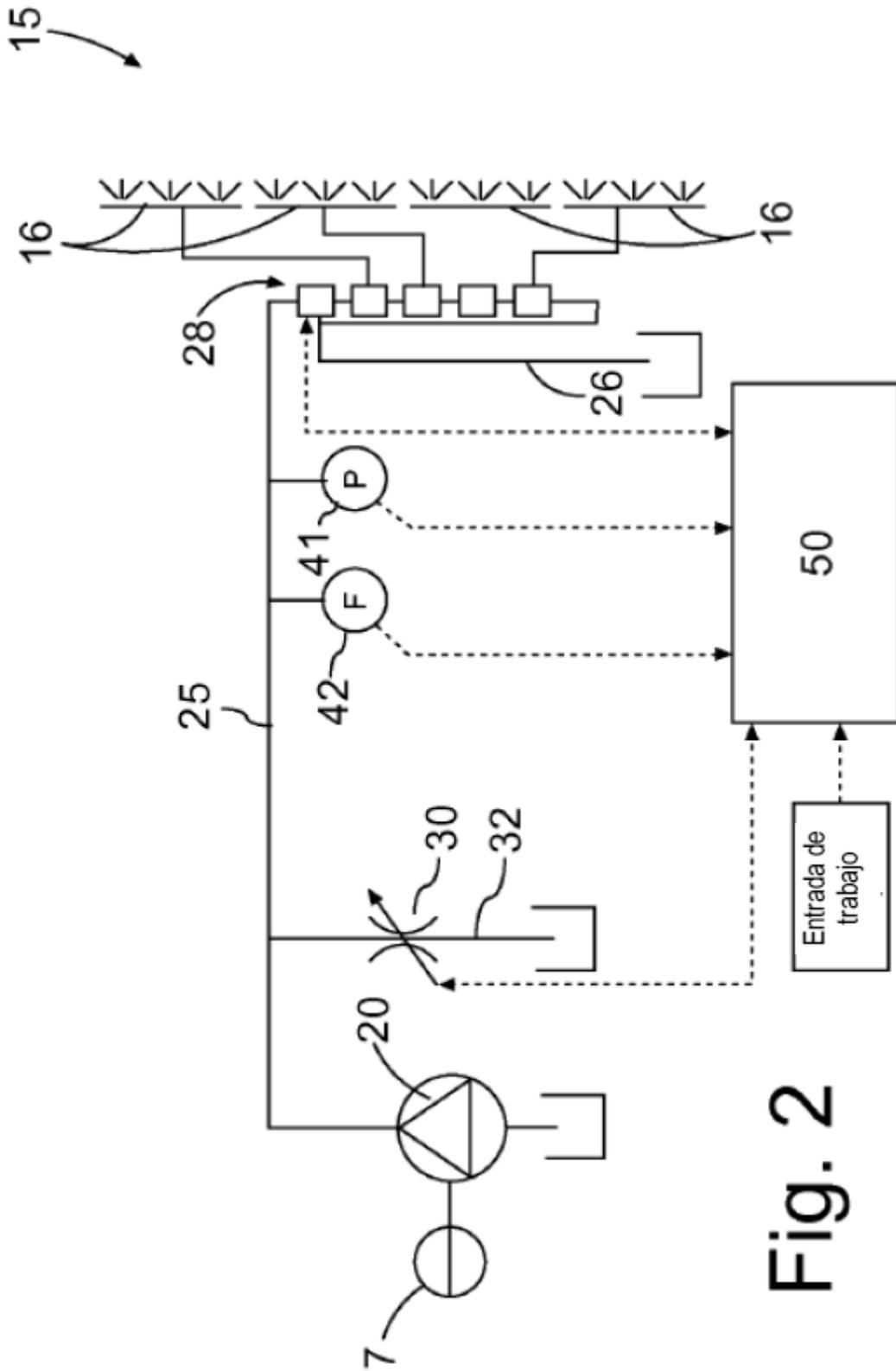


Fig. 2

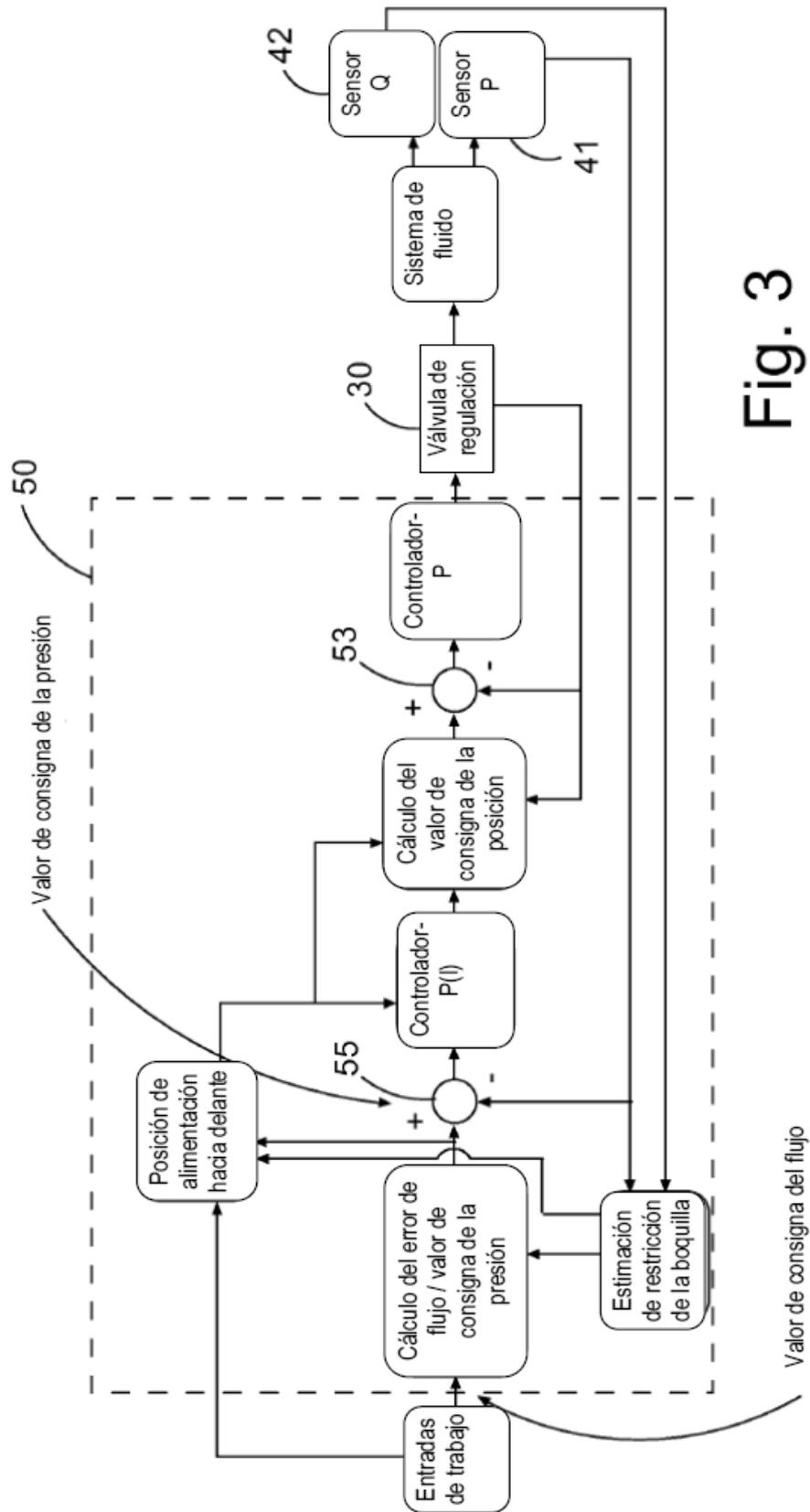


Fig. 3

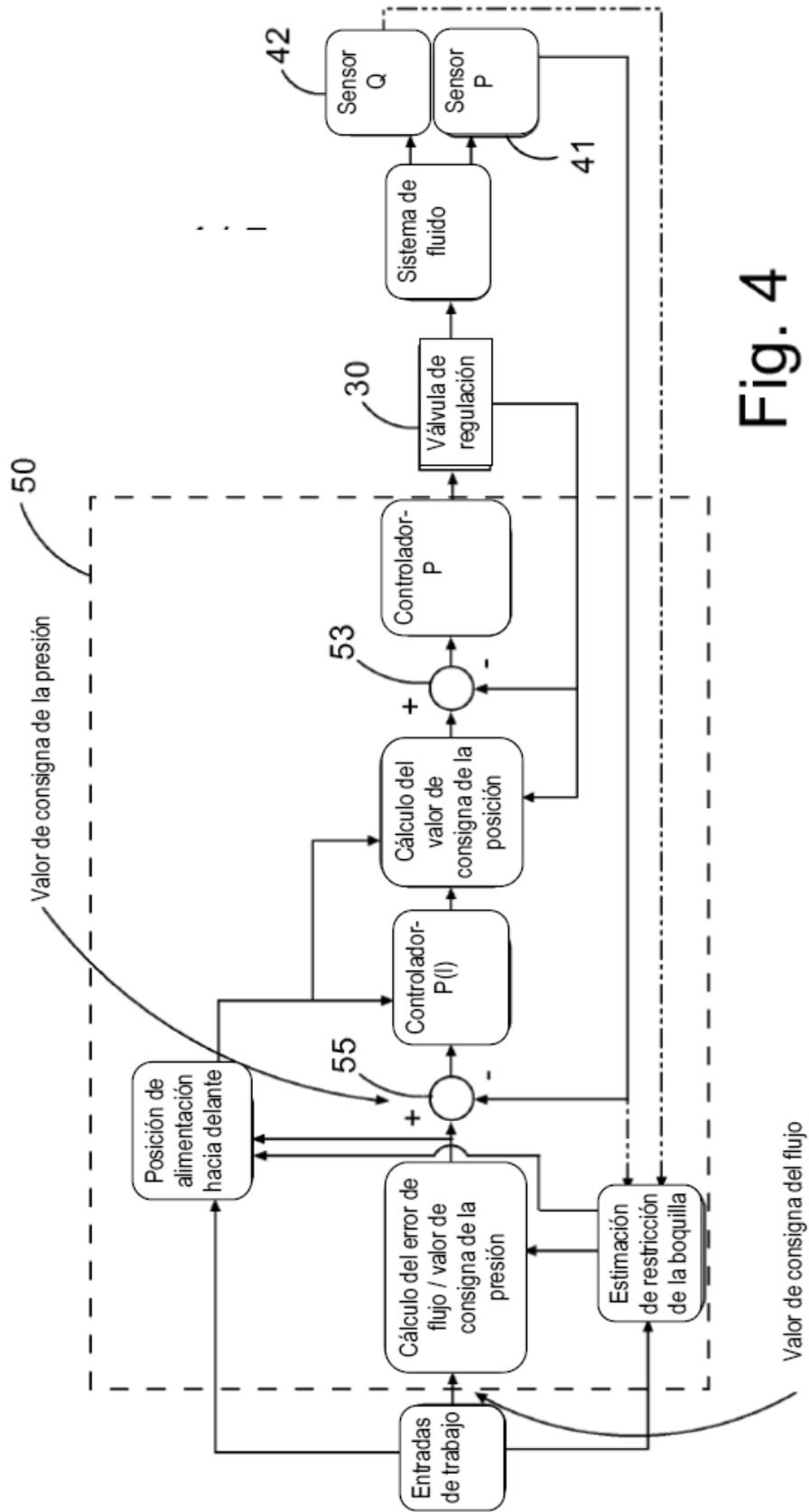


Fig. 4

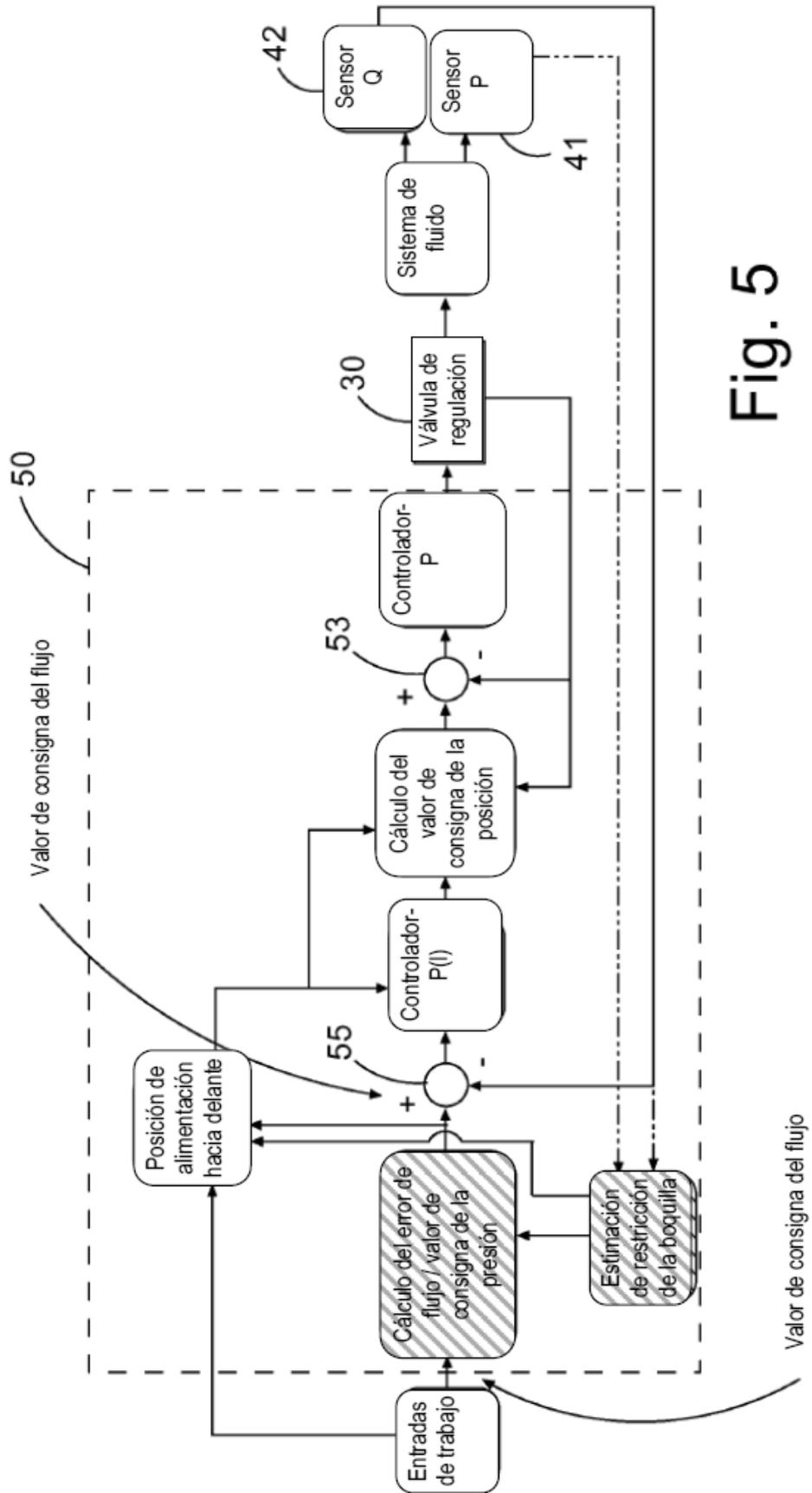


Fig. 5