

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 248**

51 Int. Cl.:

**A01G 25/16** (2006.01)

**A01M 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2013** **E 13170269 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019** **EP 2671448**

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

30 Prioridad:

**05.06.2012 DK 201200386**

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

**09.07.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, BJARNE**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 719 248 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 operar un pulverizador agrícola de cultivos y campos.

**Campo de la descripción**

5 La presente descripción se refiere a un pulverizador y/o lavadora agrícola de cultivos y campos y un método para controlar un pulverizador y/o lavadora agrícola de cultivos y campos.

**Antecedentes de la técnica**

10 Los pulverizadores agrícolas de cultivos y campos, tanto pulverizadores de tipo tracción como pulverizadores autopropulsados, necesitan aplicar una cantidad correcta y constante de líquido por hectárea en cualquier momento en el tiempo. La velocidad variable del pulverizador, condiciones variables del viento, áreas superpuestas, desactivación y activación antes y después de la cabecera, y sensores defectuosos plantean desafíos con respecto a la tasa de aplicación, el intervalo de presión aceptable y la estabilidad de flujo. Además, presiones demasiado altas dan como resultado una pulverización demasiado fina que se lleva el viento y una presión demasiado baja causa una dispersión y atomización insuficientes, de este modo, hay una necesidad de proporcionar una presión de brazo y un tamaño de gota constantes en todo el intervalo de velocidades. Idealmente, el operador puede accionar según  
15 las condiciones de campo sin preocuparse de la desviación de presión, de modo que la velocidad promedio de campo pueda aumentar.

20 En pulverizadores conocidos, se controla el flujo y la presión con una válvula de regulación motorizada. Esta válvula de regulación tiene típicamente un miembro/disco de válvula móvil que define una abertura de flujo controlable y un motor de accionamiento eléctrico acoplado al miembro de válvula a través de un engranaje de reducción. El área de apertura de la válvula de regulación se puede variar de manera continua entre dos posiciones extremas a través de la operación del motor de accionamiento eléctrico.

Este tipo de válvula de regulación es precisa, robusta y fiable, pero, por el contrario, es para válvulas solenoides y similares lentas para cambiar la posición. Este tipo de válvula de regulación puede manejar un flujo grande con una caída de presión relativamente pequeña.

25 Las válvulas solenoides sin servoamplificación son difíciles de usar en un pulverizador agrícola de cultivos y campos porque la válvula es grande y la fuerza requerida del solenoide no es práctica. La servoamplificación normalmente no se usa dado que el fluido de pulverizador tiene, debido a los productos químicos/sustancias añadidas al agua, propiedades que no armonizan con los servo sistemas hidráulicos debido a, por ejemplo, depósitos en el servo sistema. Las válvulas solenoides sin servo no son adecuadas para manejar un flujo grande con una caída de presión  
30 relativamente pequeña.

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

35 El documento DE19754373 describe un pulverizador agrícola según el preámbulo de la reivindicación 1. Este tipo de pulverizador no tiene ninguna redundancia o similar que permita una operación continua en caso de que falle cualquiera de los componentes del sistema.

40 El documento US2009112372 describe un sistema de control de pulverización para controlar un pulverizador agrícola que incluye un controlador, una pluralidad de sensores y medios de realimentación, 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 realimentación 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, los medios de almacenamiento, las secciones del brazo y/o las boquillas, para mantener o cambiar sus condiciones operativas. Este pulverizador proporciona un sistema de control  
45 de pulverización que permite la selección entre un sistema de control de realimentación de bucle cerrado basado en volumen de flujo, y un sistema de control de realimentación de bucle cerrado basado en presión, es decir, un sistema con dos fuentes de realimentación. El controlador anula la elección del operador en la selección del método de control de realimentación, donde la fuente de realimentación seleccionada ha fallado (por ejemplo, debido a un fallo del componente).

50 El documento US 5 475 614 describe un pulverizador agrícola que tiene una bomba y varios brazos, una disposición de válvulas asociada con los brazos, un conducto de alimentación que conecta la salida de la bomba con la disposición de válvulas y la disposición de válvulas que está configurada para activar selectivamente los brazos. Este pulverizador de la técnica anterior también describe un controlador que puede operar en tres modos diferentes: un modo de medidor de flujo, el modo de presión y un modo híbrido que opera tanto con la señal de medidor de flujo  
55 como con la señal de sensor de presión. Si el pulverizador tiene tanto un medidor de flujo como un sensor de

medidor de presión, el pulverizador se puede operar en un modo de presión en caso de fallo del medidor de flujo y el pulverizador se puede operar en un modo de medidor de flujo en caso de fallo del sensor de presión.

### Descripción

5 En este contexto, un objeto de la presente solicitud es proporcionar un pulverizador agrícola de campos que supere o al menos reduzca los problemas indicados anteriormente.

Este objetivo se logra proporcionando un pulverizador agrícola de cultivos y campos según la reivindicación 1.

Proporcionando una pluralidad de modos relacionados con señales de sensor perdidas la fiabilidad y operatividad del pulverizador se mejoran significativamente.

10 En una realización, el grupo de señales de sensores asociados con el pulverizador agrícola incluye al menos una señal de un sensor de presión que proporciona una señal que representa la presión del fluido entregado a dicha disposición de válvulas y, un sensor de flujo que proporciona una señal que representa el caudal del flujo a dicha disposición de válvulas.

15 Preferiblemente, los modos a prueba de fallos incluyen un modo a prueba de fallos para cuando la señal del sensor de presión no está disponible y otro modo a prueba de fallos para cuando la señal del sensor de flujo no está disponible.

Preferiblemente, hay un modo a prueba de fallos para cada una de las situaciones donde una de las señales en el grupo no está disponible para el controlador.

En una realización, hay un modo a prueba de fallos para varias situaciones donde una combinación de varias de las señales del grupo no está disponible para el controlador.

20 En una realización, el controlador en el modo de funcionalidad completa está configurado para: controlar la posición de la válvula de regulación en un bucle cerrado usando la señal de presión en relación con un punto de ajuste de presión deseado, para determinar la restricción a fluir de las boquillas de pulverización activas, determinar la posición deseada para la válvula de regulación automáticamente en relación con la restricción a fluir determinada, y para adaptar el punto de ajuste de presión deseado en relación con la señal de velocidad de pulverizador.

25 En una realización, el controlador está configurado en un primer modo a prueba de fallos para controlar la posición de la válvula de regulación en un bucle cerrado usando la señal de flujo en relación con un punto de ajuste de caudal deseado, cuando la señal del sensor de presión no está disponible.

En una realización, el controlador está configurado para usar el primer modo a prueba de fallos cuando la señal del sensor de presión y la señal de velocidad de la bomba no están disponibles.

30 En una realización, el pulverizador agrícola que comprende además un segundo modo a prueba de fallos usado por el controlador cuando la señal del sensor de flujo no está disponible, en donde el controlador en el segundo modo a prueba de fallos no determina la restricción real a fluir de las boquillas de pulverización activas, y en donde el controlador está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación en base a la última restricción a fluir determinada antes de que la señal del sensor de flujo llegue a estar no disponible o el controlador  
35 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación en base a una entrada por un operador que indica la restricción a fluir.

En una realización, el controlador está configurado para usar el segundo modo a prueba de fallos cuando la señal del sensor de flujo y la señal de velocidad de la bomba no están disponibles.

40 En una realización, el controlador está configurado en un tercer modo a prueba de fallos para determinar la posición deseada de la válvula de regulación en base a una entrada por un operador que indica la velocidad de pulverizador, cuando la señal de velocidad de pulverizador no está disponible.

En una realización, el controlador está configurado además para usar el control de avance de alimentación en el modo de funcionalidad completa, y en donde el controlador está configurado en un cuarto modo a prueba de fallos para no usar el control de avance de alimentación cuando la señal de velocidad de la bomba no está disponible.

45 El objeto anterior también se logra proporcionando un método de operación de un pulverizador agrícola de cultivos y campos según la reivindicación 14.

Objetos, características, ventajas y propiedades adicionales del pulverizador agrícola de cultivos y campos y el método según la presente descripción llegarán a ser evidentes a partir de la descripción detallada.

### Breve descripción de los dibujos

En la siguiente parte detallada de la presente descripción, la descripción se explicará con más detalle con referencia a las realizaciones ejemplares mostradas en los dibujos, en los que:

la Fig. 1 es un diagrama detallado de un pulverizador agrícola de campos según una realización ejemplar de la descripción que muestra los componentes físicos del sistema de pulverizador,

5 la Fig. 2 es una ilustración simplificada y esquemática del sistema del pulverizador agrícola de campos según la Fig. 1, que muestra solamente los elementos que son relevantes para el control del pulverizador,

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

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

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

### Descripción detallada de realizaciones preferidas

15 En la siguiente descripción detallada, el pulverizador agrícola de campos se describirá mediante las realizaciones ejemplares. Las Figuras 1 a 3 muestran un pulverizador agrícola de campos y un sistema de control para el mismo según una realización ejemplar.

En la presente realización ejemplar, el pulverizador agrícola de cultivos y campos 1 es un pulverizador tirado por un tractor (pulverizador de remolque). No obstante, se entiende que el pulverizador bien podría ser un pulverizador autopropulsado.

20 Con referencia a las Fig. 1 y 2, el pulverizador 1 tiene un depósito principal 10 transportado por un bastidor que también soporta las ruedas (no mostrado). La entrada de la bomba accionada por motor 20, por ejemplo, por la toma de fuerza PTO 7 de un tractor se conecta selectivamente al depósito principal 10 para contener un líquido de pulverización o se conecta a un depósito de enjuague 11 (para contener agua limpia) a través de un conducto de entrada 12 que incluye una válvula de sección de succión 14 para seleccionar el depósito respectivo a ser conectado a la entrada de bomba 9.

#### Descripción del sistema de fluido

30 En la presente realización, la bomba 20 es una bomba de desplazamiento positivo, preferiblemente una bomba de diafragma que tiene una pluralidad de diafragmas, por ejemplo, en una disposición en estrella con un cigüeñal central que se puede acoplar a la toma de fuerza PTO de un tractor que tira del pulverizador 1. Alternativamente, se puede usar 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.

35 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 una válvula de sección de succión 14. La válvula de selección de succión 14 conecta selectivamente la entrada 9 al depósito principal a través del conducto 12 que incluye un filtro 13 o a un acoplador de llenado rápido 38.

40 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 de limpieza de depósito 34 internas o a un acoplador de drenaje de presión 39 o al relleno 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 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 pueden 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.

50 Una válvula de selección de presión 21 operada manualmente se ha mostrado en la Fig. 1, no obstante, se debería entender que se podría usar en su lugar una válvula de selección de presión 21 accionada eléctricamente.

## ES 2 719 248 T3

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

- 5 El pulverizador y/o la lavadora agrícola de campos 1 está dotado con un brazo 15 con un gran número de boquillas de pulverización. El brazo 15 se divide en una pluralidad de secciones 16, típicamente en 3 a 13 secciones, cada sección de brazo 16 que transporta una pluralidad de boquillas de pulverización.

10 Durante la pulverización, la disposición de válvulas 28 conecta el conducto de alimentación selectivamente con uno o más o con todas las secciones de brazo 16 a través de la activación individual de las válvulas de sección 29. Cada sección de brazo 16 está dotada con una o más boquillas de pulverización y cada sección de brazo está conectada con una válvula de sección 29. El tipo, es decir, la restricción a fluir, de las boquillas de pulverización en las secciones de brazo 16 se puede cambiar manualmente por un operador. Típicamente, se proporciona una pluralidad de boquillas de pulverización en un cabezal giratorio con una de las boquillas de pulverización en una posición activa, mientras que la rotación manual del cabezal por un operador selecciona otra boquilla de pulverización. De este modo, están disponibles fácilmente diferentes boquillas para acomodarse 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

20 La válvula de regulación 30 es una válvula motorizada controlable electrónicamente. La válvula de regulación 30 se puede colocar dentro de un rango de posiciones entre dos posiciones extremas. La primera posición extrema proporciona la restricción más baja a fluir, mientras que la segunda posición extrema opuesta proporciona la restricción más alta a 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 a fluir disminuye y cuando la válvula de regulación 30 cambia de posición hacia la segunda posición extrema la restricción a fluir aumenta.

25 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 abertura de flujo controlable y un motor de accionamiento eléctrico acoplado al miembro de válvula a través de un engranaje de reducción. El área de apertura de la válvula de regulación es infinitamente variable, es decir, la abertura se puede variar de manera continua (sin escalones) entre dos posiciones extremas a través de la operación del motor de accionamiento eléctrico. El miembro de válvula móvil puede ser, por ejemplo, un plato (disco) o una bola y se pueden usar diversos materiales tales como plástico, acero o cerámica. En una realización, la válvula de regulación 30 está dotada con un motor de accionamiento eléctrico que acciona el miembro de válvula a través de un engranaje de reducción. La posición de la válvula de regulación se mide mediante 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 del miembro de la válvula es un ángulo y, de este modo, el sensor de posición es un sensor de ángulo.

35 Típicamente, este tipo de válvula de regulación 30 tiene una respuesta relativamente lenta a una demanda de cambio de posición, a partir de, por ejemplo, una señal de control. Un tiempo de respuesta típico para este tipo de válvula de regulación está en un intervalo entre 5 y 20 segundos para mover la válvula desde una posición extrema de la válvula 30 hasta la posición extrema opuesta de la válvula 30. El engranaje de reducción se puede configurar de manera que el motor de accionamiento eléctrico necesite hacer entre 15000 y 120000 revoluciones para mover la válvula 30 desde una posición extrema hasta la otra posición extrema.

Un sensor de presión 41 mide la presión en el conducto de alimentación 25 del fluido que se entrega a la disposición de válvulas 28 y el sensor de presión 41 genera una señal indicativa de la misma. En una realización, el sensor de presión 41 está colocado justo aguas arriba de la disposición de válvulas 28.

45 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 del mismo. En una realización, el sensor de flujo 42 está colocado justo aguas arriba de la disposición de válvulas 28.

50 Un controlador 50 controla la operación del pulverizador y está configurado para estar operando en varios modos, tales como un modo automático de funcionalidad automática/completa o un modo manual. En el modo manual el operador controla la posición de la válvula de regulación 30 directamente. En el modo de funcionalidad automática/completa que se describe en detalle a continuación el controlador determina automáticamente entre otros una posición apropiada para la válvula de regulación 30, un aumento/disminución de la presión de pulverización y un punto de ajuste de flujo de boquilla (l/min).

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

5 Sobre la base de la entrada de trabajo, el controlador 50 determina el punto de ajuste de flujo de boquilla. El punto de ajuste de flujo de boquilla es el punto de ajuste de flujo por boquilla de pulverización. Cada boquilla de pulverización cubre un ancho de pulverización dado. El operador establece el punto de ajuste para el volumen aplicado por área (tasa de aplicación). El pulverizador de campo 1 se acciona a una velocidad dada. Entonces, el punto de ajuste de flujo por boquilla se calcula a partir de la información anterior.

Las boquillas de pulverización están montadas en un cabezal giratorio que sostiene, por ejemplo, 5 boquillas de pulverización, de modo que sea fácil para el operador cambiar la boquilla de pulverización girando el cabezal giratorio. Normalmente, las boquillas de pulverización seleccionadas son del mismo tipo en todo el brazo 15.

10 La caudal y la presión del fluido entregado a la disposición de válvulas 28 se conocen a partir de las señales de los sensores 41 y 42 que se alimentan 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 individual dentro de la misma.

#### Descripción de modos de bucles de control

15 El sistema de regulación de presión se basa en 3 bucles cerrados combinados con alimentación hacia adelante. En condiciones normales de pulverización, el sistema usa todos de los tres bucles de control, pero usará el bucle de control intermedio e interno si fallan uno o más sensores.

En el primer bucle cerrado, el bucle de control interno controla la posición de la válvula de regulación 30 usando la señal del sensor de posición de apertura de válvula de regulación 31.

20 En el segundo bucle cerrado, el bucle de control intermedio funciona en 2 modos: el Modo 1 se aplica cuando el sensor de presión 41 es funcional y el bucle de control intermedio controla la presión sobre el brazo. El Modo 2 se aplica cuando el sensor de presión 41 no es funcional, entonces el bucle controla el flujo hacia el brazo 15.

Los puntos de ajuste para el control de la presión del brazo o el flujo del brazo se basan en la tasa de aplicación, el ancho de brazo y la velocidad de avance.

25 En el tercer bucle cerrado, el bucle de control externo ajusta el factor de restricción de flujo formado por el tamaño de boquilla en base a señales simultáneas de flujo y de presión. Por este medio, un punto de ajuste de flujo se convierte en un punto de ajuste de presión. Cuando el sensor de presión no es funcional, el operador debe configurar/escribir el factor de restricción de flujo.

30 Durante la pulverización, la restricción a fluir se determina mediante la restricción resultante determinada por las boquillas activas. El número de boquillas de pulverización activas también se conoce por el controlador 50 en la medida que el controlador 50 determina cuáles y cuántas secciones de brazo 16 están activas a través de una señal de control a la disposición de válvulas 28. Esta información permite al controlador 50 determinar la restricción a fluir de las boquillas y de una única boquilla y, por ello, determinar el tamaño/tipo de boquilla, es decir, la restricción de flujo de la boquilla, resolviendo la ecuación que describe la relación entre presión y flujo. En una realización, esta determinación se hace suponiendo que la presión aumenta exponencialmente (en potencia de 2) con el aumento del caudal y viceversa.

35 Como la medición de flujo y las mediciones de presión son diferentes en respuesta dinámica, las mediciones, en una realización, se filtran paso bajo para obtener una dinámica similar para los valores usados para el cálculo.

En una realización, la estimación resultante de la restricción de las boquillas en uso se filtra paso bajo para obtener una estimación que sea estable. En una realización, se calcula continuamente la restricción de las boquillas en uso.

40 La restricción estimada o determinada de las boquillas se usa por el controlador 50 para determinar el punto de ajuste para la válvula de regulación 30.

El controlador 50 calcula un punto de ajuste de presión cuando una señal de presión está disponible desde el sensor de presión 41.

45 El controlador 50 calcula el punto de ajuste de presión a partir de la ecuación que describe la relación entre la presión y el flujo con la restricción de boquilla estimada anteriormente y suponiendo que la presión aumenta exponencialmente (en potencia de 2) con el aumento del caudal y viceversa.

50 En el modo de funcionalidad completa, se conocen el punto de ajuste de presión y el punto de ajuste de flujo para la pulverización, el punto de ajuste para la válvula de regulación 30 se calcula por el controlador 50 y se usa en una realización en el control de avance de alimentación. Este control de avance de alimentación tiene en cuenta la tasa de aplicación solicitada, el número de boquillas dentro de las secciones activas, la velocidad de accionamiento y la restricción de boquillas resultante. A partir de estos, se calcula por el controlador 50 un punto de ajuste de flujo de avance de alimentación.

## ES 2 719 248 T3

- La Fig. 3 muestra el controlador 50 con mayor detalle con los bucles 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 proporcional. La salida de este controlador acciona la velocidad del motor de accionamiento eléctrico cambiando la posición de la válvula de regulación.
- La señal de posición de válvula de regulación se alimenta al punto de suma 53. El punto de suma 53 también recibe una señal para un componente de cálculo de punto de ajuste de ángulo. El componente de cálculo de punto de ajuste de ángulo recibe una señal de posición desde la válvula de regulación, una señal de un controlador P(I) y una señal del componente de cálculo de avance de alimentación de ángulo.
- El controlador P(I) recibe una señal desde el componente de cálculo de avance de alimentación y desde un punto de suma 55. El punto de suma 55 recibe la señal desde el sensor de presión 41 (restada) y una señal desde un componente de cálculo de punto de ajuste de flujo/presión. En un modo de funcionalidad completa el controlador P(I) recibe una señal de punto de ajuste de presión.
- El componente de cálculo de punto de ajuste de flujo/presión recibe una señal del componente de cálculo de estimación de restricción de boquilla y una señal de punto de ajuste de flujo a partir de las entradas de trabajo. Si la señal de presión está disponible, el cálculo de punto de ajuste de flujo/presión determina un punto de ajuste de presión y envía el punto de ajuste de presión determinado al punto de suma 55 y al componente de cálculo de avance de alimentación de ángulo.
- Si la señal de presión no está disponible (véase la Fig. 5), el componente de cálculo de punto de ajuste de flujo/presión determina un punto de ajuste de flujo y envía el punto de ajuste de flujo determinado al punto de suma 55 y al componente de cálculo de avance de alimentación de ángulo/posición.
- El componente de cálculo de estimación de restricción de boquilla recibe la entrada de trabajo, la señal de presión y la señal de flujo, y procesa estas entradas y emite una estimación de restricción de boquilla al componente de cálculo de punto de ajuste de error de flujo/presión.
- El componente de cálculo de punto de ajuste de error de flujo/presión con el punto de suma 55 y el controlador P(I) forma el controlador de bucle externo y se implementa como un controlador PI. Puede operar como un controlador de presión y como un controlador de flujo. Cuando la medición de presión está disponible, la operación es control de presión. Esto se prefiere debido a una mejor resolución y linealidad para la medición de presión sobre la medición de flujo, especialmente a bajos caudales. El controlador de presión opera con un punto de ajuste obtenido a partir de un punto de ajuste de flujo a través de la estimación de restricción de boquilla.
- Cuando la señal de presión no está disponible, el bucle intermedio se controla usando el caudal medido en comparación con un caudal deseado calculado.
- El componente de cálculo de avance de alimentación de posición recibe las entradas de trabajo, la señal de salida del cálculo de punto de ajuste de error de flujo/presión y sobre la base de estas señales, el componente de cálculo de avance de alimentación determina un punto de ajuste correcto anticipado para la válvula de regulación 30 y emite una señal de avance de alimentación para el controlador P(I) y el componente de cálculo de punto de ajuste de posición. De este modo, el componente de cálculo de punto de ajuste de posición recibe una señal de avance de alimentación y es capaz de iniciar y acelerar el movimiento de la válvula de regulación 30 relativamente lento.
- El punto de ajuste de ángulo para la válvula de regulación 30 se combina a partir de la alimentación hacia adelante de posición y la compensación de posición (salida desde el controlador de bucle externo).
- En una realización, el punto de ajuste de avance de alimentación para la válvula de regulación 30, a medida que se maneja por el componente de avance de alimentación de posición tiene en cuenta la característica de la válvula de regulación. El componente de avance de alimentación de posición tiene en cuenta la tasa de aplicación solicitada, el número de boquillas dentro de las secciones abiertas, la velocidad de accionamiento, la restricción de boquilla y el flujo de bomba. A partir de éstos se calcula el punto de ajuste de presión.
- El controlador de bucle externo es un controlador PI y durante condiciones estables, la parte integral proporcionará el valor de punto de ajuste de ángulo adecuado para las condiciones de trabajo.
- La válvula de regulación 30 se controla en respuesta a las señales de hasta cinco sensores principales:
- Sensor de velocidad de pulverizador. Este sensor detecta la velocidad de avance de pulverizador que se usa para calcular la tasa de volumen en todas las velocidades de pulverización.
  - Sensor de presión 41.
  - Sensor de flujo 42.
  - Sensor de posición (ángulo) 31.

## ES 2 719 248 T3

El sensor de RPM de PTO 7 lee las RPM de la bomba que corresponden a la velocidad de la bomba y se usa para calcular el flujo de la bomba.

5 En una realización, un sensor de posición 31 de la válvula de regulación 30 lee el ángulo de apertura de la válvula giratoria dentro de la válvula de regulación 30. Cuando se conoce el ángulo de apertura (posición de la válvula), el flujo se puede calcular cuando se conoce también la presión. El controlador 50 puede con la velocidad de avance, las RPM de la bomba, las posiciones de las válvulas y el tipo/restricción de boquilla y otra información predecir el punto de ajuste correcto para la válvula de regulación 30 de una manera de alimentación hacia adelante antes de que la pulverización esté APAGADA. Por ello, la tasa de volumen es correcta, incluso la velocidad de avance ha cambiado significativamente dado que se cerró el APAGADO principal (sin fluctuación).

10 La posición de la válvula de regulación 20 se ajusta mediante un servomotor/motor de accionamiento que acciona el miembro de la válvula a través de una caja de cambios. En una realización dos discos cerámicos en la válvula de regulación 30 regulan la presión y aseguran una reacción rápida y cero fugas. La velocidad de avance del pulverizador, las RPM de toma de fuerza (PTO) y el número de secciones de brazo 16 activadas son los parámetros usados, y el beneficio es tasas de aplicación más precisas a partir del segundo en que el pulverizador 1 comienza la pulverización.

15 El controlador 50 arranca y mueve la válvula de regulación 30 hacia la posición final, es decir, el punto de ajuste deseado inmediatamente después de que el operador haga cambios, es decir, envía nuevas instrucciones. Por ejemplo, cuando las válvulas de sección 29 se abren o se cierran, la válvula de regulación 30 se inicia al mismo tiempo que a las válvulas de sección 29 se les dan instrucciones para cambiar de posición.

20 Los cinco sensores también se respaldan unos con otros y aseguran que el sistema pueda continuar con la regulación incluso si fallan una o más señales de sensor. Los sensores usados son:

Sensor de velocidad de pulverizador

Sensor de flujo 42

Sensor de presión 41

25 Sensor de rpm de bomba 27

Sensor de posición de válvula de regulación 31

30 El sensor de velocidad de pulverizador puede ser parte del pulverizador de campos 1 o puede estar en el tractor que tira del pulverizador agrícola. La señal se puede derivar de la velocidad de rueda del pulverizador agrícola o el tractor o el sensor de pulverizador se pueden basar en GPS. También se pueden usar otros tipos de sensores, tales como basados en radar.

35 Durante la operación, una de las funciones de avance de alimentación funciona de la siguiente manera. El pulverizador agrícola 1 tirado por un tractor sobre el campo. Justo antes de que el tractor alcance la cabecera, el operador la reduce a una velocidad a la que puede hacer un giro de 180° con un radio que corresponde aproximadamente a la mitad del ancho del brazo pulverizador 15. Típicamente, la velocidad de giro es aproximadamente dos tercios de la velocidad de pulverización. Dado que la posición del pulverizador agrícola 1 detrás del tractor aún está pulverizando cuando el tractor está girando, es decir, el pulverizador agrícola se ralentiza mientras pulveriza la última parte del campo antes de alcanzar 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 con el fin de asegurar una tasa de aplicación constante. Cuando el brazo pulverizador 15 alcanza la cabecera, el operador da la señal de APAGADO de pulverización. En este punto en el tiempo, el tractor todavía está haciendo el giro de 180°. Al final del giro de 180°, el operador comienza a acelerar el tractor de nuevo a su velocidad de pulverización habitual y cuando el brazo de pulverizador 15 abandona la cabecera y alcanza el área a ser pulverizada, el tractor y el pulverizador agrícola 1 han alcanzado o casi han alcanzado la velocidad de cruce de pulverización.

45 Sin medidas especiales, la válvula de regulación 30 aún estaría en la posición que corresponde a una tasa de aplicación de la velocidad de avance del tractor en el giro de 180°. Si este fuera el caso, habrá una caída de presión cuando el operador envíe la señal de ENCENDIDO de pulverización, dado que la válvula de regulación es una posición que corresponde a un caudal que es mucho menor que el caudal realmente requerido (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 para responder a las instrucciones para cambiar de posición, esto significaría que la tasa de aplicación se mantendría muy por debajo de la tasa de aplicación deseada durante bastante tiempo.

50 No obstante, el controlador 50 está dotado con una función de avance de alimentación en la velocidad de pulverizador que también está activa durante la no pulverización (APAGADO de pulverización).

En consecuencia, el controlador 50 ordena a la regulación alrededor de 30 que comience a moverse hacia un punto de ajuste que corresponda al punto de ajuste que sería correcto si el pulverizador estuviera pulverizando realmente (ENCENDIDO de pulverización). 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 avance del pulverizador agrícola 1 está aumentando durante la operación de cabecera (APAGADO de pulverización).

Durante la operación de pulverización normal, la posición de la regulación de válvula 30 se controla como se describe más arriba en relación con, entre otras, la señal de presión. No obstante, cuando el operador o el controlador 50 deciden activar o desactivar las secciones de brazo 16 durante la pulverización, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la regulación de válvula 30 solamente con alimentación hacia adelante durante el tiempo que tarda la válvula o las válvulas de sección en cambiar de posición.

Una de las razones para controlar la posición de la válvula de regulación 30 con alimentación hacia adelante 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 apagar o encender una sección de brazo 16 causa un cambio significativo en la resistencia a fluir. Si fuera así, tardaría mucho tiempo la regulación de la válvula para adaptarse al cambio de resistencia a fluir, pero ese sería un período relativamente largo con la operación con una presión incorrecta y un flujo incorrecto. Dado que la regulación de 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. De este modo, durante el tiempo en que una válvula de sección está cerrándose, 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 punto de ajuste con una menor restricción a fluir. Durante el tiempo en que una válvula de sección 29 está abriéndose el controlador 50 emite una señal a la válvula de regulación 30 para comenzar a moverse en una dirección de cierre hacia un nuevo punto de ajuste con un aumento de restricción a fluir. Cuando se opera bajo alimentación hacia adelante, el controlador 50 puede dar instrucciones a la regulación de válvula 30 para cambiar de posición tan rápido como sea posible. Tan pronto como la válvula de sección 29 o las válvulas de sección 29 hayan terminado de cambiar de posición, el controlador 50 conmuta de nuevo a operación normal.

Operación con otros fallos de fallo de sensor

El controlador 50 está configurado de manera que el pulverizador 1 es totalmente funcional, aunque con funcionalidad degradada en caso de falta de señales de sensor.

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

Cuando están disponibles todos los sensores (Ángulo = posición de válvula de regulación forman un sensor de posición), RPM de la bomba, flujo al brazo, presión al brazo y velocidad de pulverizador), el controlador 50 opera en un modo llamado modo de funcionalidad completa, que se ha descrito en detalle anteriormente e ilustrado con referencia a la figura 3.

El controlador 50 registra la disponibilidad de las señales de sensor. El controlador 50 está configurado para conmutar automáticamente a uno específico de una pluralidad de modos de fallo de sensor (modos a prueba de fallos) cuando una o más de las señales de sensor no están disponibles para el controlador 50. Los modos de fallo de sensor aseguran la operación continua del pulverizador 1 con funcionalidad reducida, como se describe en la tabla 1. Los modos de fallo de sensor típicamente requerirán una acción adicional por el operador cuando se compara con el modo de funcionalidad completa. Cuando una de las señales de sensor no está disponible para el controlador 50, emitirá una alarma que se notifica al operador, por ejemplo, a través de un visualizador (no mostrado) o por una alarma audible.

Ángulo	RPM	Flujo	Presión	Señal de velocidad	Modo de regulación	Bucle	Boquilla	Control de velocidad
Usar	Usar	Usar	Usar	Usar	Funcionalidad completa	P	Automáticamente	Automáticamente
Por defecto	Ignorar	Ignorar	Ignorar	Ignorar	Funcionalidad reducida 1	Ajustar presión después de calibrar presión mecánica		

ES 2 719 248 T3

Ángulo	RPM	Flujo	Presión	Señal de velocidad	Modo de regulación	Bucle	Boquilla	Control de velocidad
Usar	Por defecto	Usar	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 2	P	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Ignorar	Por defecto	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 3	P	Introducir manualmente nuevo tamaño cuando se cambia la boquilla	Automáticamente
Usar	Por defecto	Por defecto	Usar	Usar	Funcionalidad reducida 3	P	Introducir manualmente nuevo tamaño cuando se cambia la boquilla	Automáticamente
Usar	Ignorar	Usar	Por defecto	Usar	Primera funcionalidad reducida	Q	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Por defecto	Usar	Por defecto	Usar	Primera funcionalidad reducida	Q	Automáticamente	Automáticamente
Usar	Ignorar	Por defecto	Por defecto	Ignorar	Funcionalidad reducida 5 Solamente manual	Ajustar presión después de calibrar presión mecánica		
Usar	Usar	Usar	Usar	Por defecto	Funcionalidad reducida 6 Pulverizar a velocidad constante	P	Automáticamente	Mantener pulverizador a velocidad de accionamiento constante

Tabla 1

- 5 El controlador 50 está configurado para estar en la recepción de un grupo de señales necesarias para determinar automáticamente el punto de ajuste deseado para la válvula de regulación 30. Este grupo de señales que incluye una señal del sensor de presión 41 que proporciona una señal que representa la presión del fluido entregado a la disposición de válvulas 28, una señal del sensor de flujo 42 que representa el caudal del flujo a la disposición de válvulas 28, una señal del sensor de posición de válvula de regulación 31 que representa la posición de la válvula de regulación 30, una señal del sensor de velocidad de bomba 27 que representa la velocidad de la bomba 20, y una señal del sensor de velocidad de pulverizador que detecta la velocidad del pulverizador agrícola de cultivos y campos 1. El sensor de velocidad de pulverizador y el sensor de velocidad de bomba no necesitan ser parte del pulverizador agrícola 1, y podría ser parte de un tractor (no mostrado) que tira del pulverizador agrícola 1. El controlador 50 puede, además de las señales en el grupo anterior, recibir muchas otras señales que se relacionan con otras tareas, tales como señales de, por ejemplo, un sensor de depósito principal lleno, sensor de depósito de enjuague lleno, medidor de flujo de depósito de enjuague, pero estas señales no son esenciales en el presente contexto.
- 10
- 15 El controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 según una pluralidad de modos de operación. El controlador 50 está configurado para seleccionar automáticamente uno apropiado de los modos de operación, en base a la disponibilidad de las señales de sensor en el grupo de señales descrito anteriormente.
- 20 La pluralidad de modos de operación incluye un modo de funcionalidad completa y una pluralidad de modos a prueba de fallos.

El controlador 50 está configurado para operar el pulverizador agrícola de cultivos y campos 1 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 válvula de regulación 31, la señal del sensor de velocidad de bomba 27 y la señal del sensor de velocidad de pulverizador están todas disponibles.

- 5 El controlador 50 está configurado para operar el pulverizador agrícola de cultivos y campos 1 en uno de los modos a prueba de fallos cuando una o más de las señales del grupo descrito anteriormente de señales no están disponibles para el controlador 50.

En una realización, hay un modo a prueba de fallos para cada una de las situaciones donde una de las señales en el grupo no está disponible para el controlador 50.

- 10 Según otra realización, hay un modo a prueba de fallos para varias situaciones donde una combinación de varias de las señales del grupo no está disponible para el controlador 50.

En el modo de funcionalidad completa, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 en un bucle cerrado usando la señal de presión en relación con un punto de ajuste de presión deseado, configurado para determinar la restricción a fluir de las boquillas de pulverización activas, configurado para determinar la posición deseada para la válvula de regulación 30 automáticamente en relación con la restricción a fluir determinada, y configurado para adaptar el punto de ajuste de presión deseado en relación con la señal de velocidad de pulverizador.

- 15

En un primer modo a prueba de fallos, el controlador 50 está configurado para controlar la posición de la válvula de regulación 30 en un bucle cerrado que usa la señal de flujo en relación con un punto de ajuste de caudal deseado, cuando la señal del sensor de presión (41) no está disponible, como se ilustra con referencia a la figura 5. En el primer modo a prueba de fallos, la estimación de restricción de boquilla no se realiza y el punto de suma 55 recibe un punto de ajuste de flujo directamente de las entradas de trabajo.

- 20

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

- 25

En una realización, el controlador 50 está configurado también para usar el primer modo a prueba de fallos cuando la señal del sensor de presión 41 y la señal de velocidad de bomba no están disponibles ambas.

- 30 Un segundo modo a prueba de fallos se usa por el controlador 50 cuando la señal del sensor de flujo 42 no está disponible, como se ilustra con referencia a la figura 4. En el segundo modo a prueba de fallos, el controlador 50 no determina la restricción real a fluir de las boquillas de pulverización activas, y en el segundo modo a prueba de fallos, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en base a la última restricción determinada a fluir antes de que la señal de sensor de flujo llegue a no estar disponible o el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en base a una entrada (manual) por un operador que indica la restricción a fluir.

- 35

En una realización, el controlador 50 está configurado también para usar el segundo modo a prueba de fallos cuando la señal tanto del sensor de flujo 42 como de la señal de velocidad de bomba no está disponible.

- 40 Se usa un tercer modo a prueba de fallos cuando la señal de velocidad de pulverizador no está disponible. En el tercer modo a prueba de fallos, el controlador 50 está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación 30 en base a una entrada de un operador que indica la velocidad de pulverizador.

En una realización, el controlador 50 está configurado para usar un control de avance de alimentación en el modo de funcionalidad completa, y en donde el controlador 50 está configurado en esta realización para usar en un cuarto modo a prueba de fallos que no usa control de avance de alimentación cuando la señal de velocidad de bomba no está disponible.

- 45

Si la señal de posición de válvula de regulación no está disponible para el controlador 50, el operador tiene que establecer manualmente la posición de la válvula de regulación 30 sobre la base de la presión leída manualmente en el conducto de alimentación 25 y, de este modo, el controlador 50 se pasa por alto eficazmente.

- 50 Es una ventaja de la presente descripción que no se requiere configuración o puesta a punto para el cambio de boquilla, en la medida que la función de estimación de boquilla del controlador 50 determina automáticamente el tipo de boquilla que está presente/seleccionada.

Es una ventaja de la presente descripción que se evitan situaciones de sobrepresión, por ejemplo, después de ejecutar el vaciado o relleno del depósito principal.

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

- 5 El término “que comprende” como se usa en las reivindicaciones no excluye otros elementos o pasos. El término “un” o “una” como se usa en las reivindicaciones no excluye una pluralidad. El procesador único u otra unidad puede cumplir las funciones de varios medios enumerados en las reivindicaciones.

Los signos de referencia usados en las reivindicaciones no se interpretarán como limitantes del alcance.

- 10 Aunque la presente descripción se ha descrito en detalle con propósitos de ilustración, se entiende que tal detalle es únicamente con ese propósito, y se pueden hacer variaciones dentro de la misma por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la descripción, como se define por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1), dicho pulverizador (1) que comprende:
- un depósito de fluido de pulverizador (10),
  - 5 una bomba de desplazamiento positivo (20), la entrada de la bomba (20) que está en comunicación fluida con dicho depósito (10),
  - un brazo (15) dividido en secciones de brazo (16) y cada sección de brazo que está dotada con una pluralidad de boquillas de pulverización,
  - una disposición de válvulas (28) asociada con dichas secciones de brazo (16),
  - 10 un conducto de alimentación (25) para establecer una comunicación fluida entre una salida de dicha bomba (20) y dicha disposición de válvulas (28),
  - dicha disposición de válvulas (28) que está configurada para conectar selectivamente el conducto de alimentación con un conducto de derivación o con una o más de las secciones de brazo (16),
  - un conducto de retorno (32) que se ramifica a partir del conducto de alimentación (25),
  - 15 una válvula de regulación (30), dicha válvula de regulación (30) que aplica un grado variable de estrangulación al fluido que fluye desde el conducto de alimentación (25) a través de dicho conducto de retorno (32), dicho grado variable de estrangulación que depende de la posición de la válvula de regulación (30),
  - un controlador (50), dicho controlador (50) que está configurado para estar en la recepción de un grupo de señales de sensores asociados con el pulverizador agrícola (1),
  - caracterizado por
  - 20 dicho controlador (50) que está configurado para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) según una pluralidad de modos de operación, y dicho controlador (50) que está configurado para seleccionar automáticamente uno apropiado de dichos modos de operación,
  - dicha pluralidad de modos de operación que incluye un modo de funcionalidad completa y una pluralidad de modos a prueba de fallos,
  - 25 dicho controlador (50) que está configurado para operar dicho pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) en dicho modo de funcionalidad completa cuando todas las señales de dicho grupo de señales están disponibles para dicho controlador (50),
  - dicho controlador (50) que está configurado para registrar la disponibilidad de las señales de sensor, y
  - 30 dicho controlador (50) que está configurado para conmutar automáticamente para operar dicho pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) en uno de la pluralidad de modos a prueba de fallos cuando una o más de las señales de dicho grupo de señales no están disponibles para el controlador (50).
2. Un pulverizador agrícola según la reivindicación 1, en donde dicho grupo de señales de sensores asociados con el pulverizador agrícola incluye al menos una señal de:
- 35 un sensor de presión (41) que proporciona una señal que representa la presión del fluido entregado a dicha disposición de válvulas (28), y
  - un sensor de flujo (42) que proporciona una señal que representa el caudal del flujo a dicha disposición de válvulas (28).
3. Un pulverizador agrícola según la reivindicación 2, en donde dichos modos a prueba de fallos incluyen un modo a prueba de fallos para cuando la señal del sensor de presión no está disponible y otro modo a prueba de fallos para cuando la señal del sensor de flujo no está disponible.
- 40
4. Un pulverizador agrícola según la reivindicación 2 o 3, en donde dicho grupo de señales de sensores asociados con el pulverizador agrícola incluye además una señal de:
- un sensor de posición de válvula de regulación (31) que detecta la posición de la válvula de regulación (30),
  - un sensor de velocidad de bomba (27) que detecta la velocidad de la bomba (20), y
  - 45 un sensor de velocidad de pulverizador que detecta la velocidad del pulverizador agrícola de cultivos y campos (1).

5. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde hay un modo a prueba de fallos para cada una de las situaciones donde una de las señales en dicho grupo no está disponible para el controlador (50).
- 5 6. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde hay un modo a prueba de fallos para diversas situaciones donde no está disponible una combinación de varias de las señales de dicho grupo para el controlador (50).
7. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde dicho controlador en dicho modo de funcionalidad completa está configurado para:
- 10 controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) en un bucle cerrado usando la señal de presión en relación con un punto de ajuste de presión deseado,
- determinar la restricción a fluir de las boquillas de pulverización activas,
- determinar automáticamente la posición deseada para la válvula de regulación (30) en relación con la restricción a fluir determinada, y
- adaptar el punto de ajuste de presión deseado en relación con la señal de velocidad de pulverizador.
- 15 8. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde dicho controlador (50) se configura en un primer modo a prueba de fallos para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) en un bucle cerrado usando la señal de flujo en relación con un punto de ajuste de caudal deseado, cuando la señal del sensor de presión (41) no está disponible.
- 20 9. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según la reivindicación 8, en donde dicho controlador (50) está configurado para usar dicho primer modo a prueba de fallos cuando la señal del sensor de presión (41) y la señal de velocidad de la bomba no están disponibles.
- 25 10. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además un segundo modo a prueba de fallos usado por el controlador (50) cuando la señal del sensor de flujo (42) no está disponible, en donde dicho controlador (50) en dicho segundo modo a prueba de fallos no determina la restricción real a fluir de las boquillas de pulverización activas, y en donde dicho controlador (50) está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación en base a la última restricción a fluir determinada antes de que la señal de sensor de flujo llegue a estar no disponible o dicho controlador (50) está configurado para determinar la posición deseada de la válvula de regulación (30) en base a una entrada de un operador que indica la restricción a fluir.
- 30 11. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según la reivindicación 10, en donde dicho controlador (50) está configurado para usar dicho segundo modo a prueba de fallos cuando la señal del sensor de flujo (42) y la señal de velocidad de la bomba no están disponibles.
- 35 12. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde dicho controlador (50) está configurado en un tercer modo a prueba de fallos para determinar la posición deseada de la válvula de regulación (30) en base a una entrada de un operador que indica la velocidad de pulverizador, cuando la señal de velocidad de pulverizador no está disponible.
- 40 13. Un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde dicho controlador (50) está configurado además para usar un control de avance de alimentación en dicho modo de funcionalidad completa, y en donde dicho controlador (50) se configura en un cuarto modo a prueba de fallos para no usar el control de avance de alimentación cuando la señal de velocidad de la bomba no está disponible.
- 45 14. Un método de operación de un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1), dicho pulverizador (1) que comprende:
- un depósito de fluido de pulverizador (10),
- una bomba de desplazamiento positivo (20), la entrada de la bomba (20) que está en comunicación fluida con dicho depósito (10),
- un brazo (15) dividido en secciones de brazo (16) y cada sección de brazo que está dotada con una pluralidad de boquillas de pulverización,
- una disposición de válvulas (28) asociada con dichas secciones de brazo (16),
- 50 un conducto de alimentación (25) para establecer una comunicación fluida entre una salida de dicha bomba (20) y dicha disposición de válvulas (28), dicha disposición de válvulas (28) que está configurada para conectar

- selectivamente el conducto de alimentación con un conducto de derivación o con una o más de las secciones de brazo (16),
- un conducto de retorno (32) que se ramifica desde el conducto de alimentación (25),
- 5 una válvula de regulación (30), dicha válvula de regulación (30) que aplica un grado variable de estrangulamiento al fluido que fluye desde el conducto de alimentación (25) a través de dicho conducto de retorno (32), dicho grado variable de estrangulación que depende de la posición de la válvula de regulación (30),
- un controlador (50), dicho controlador (50) que está configurado para estar en la recepción de un grupo de señales de sensores asociados con el pulverizador agrícola (1),
- 10 caracterizado por dicho controlador (50) que está configurado para controlar la posición de dicha válvula de regulación (30) según una pluralidad de modos de operación, y seleccionar automáticamente uno apropiado de dichos modos de operación,
- dicha pluralidad de modos de operación que incluye un modo de funcionalidad completa y una pluralidad de modos a prueba de fallos,
- 15 operar dicho pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) en dicho modo de funcionalidad completa cuando todas las señales de dicho grupo de señales están disponibles,
- registrar la disponibilidad de las señales del sensor, y
- conmutar automáticamente para operar dicho pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) en uno de la pluralidad de modos a prueba de fallos cuando una o más de las señales de dicho grupo de señales no están disponibles para el controlador (50).
- 20 15. Un método de operación de un pulverizador agrícola de cultivos y campos (1) según la reivindicación 14, en donde dicho grupo de señales incluye una señal de:
- un sensor de presión (41) que proporciona una señal que representa la presión del fluido entregado a dicha disposición de válvulas (28),
- 25 un sensor de flujo (42) que proporciona una señal que representa el caudal del flujo a dicha disposición de válvulas (28),
- un sensor de posición de válvula de regulación (31) que detecta la posición de la válvula de regulación (30),
- un sensor de velocidad de bomba (27) que detecta la velocidad de la bomba (20),
- un sensor de velocidad de pulverizador que detecta la velocidad del pulverizador agrícola de cultivos y campos (1).
- 30

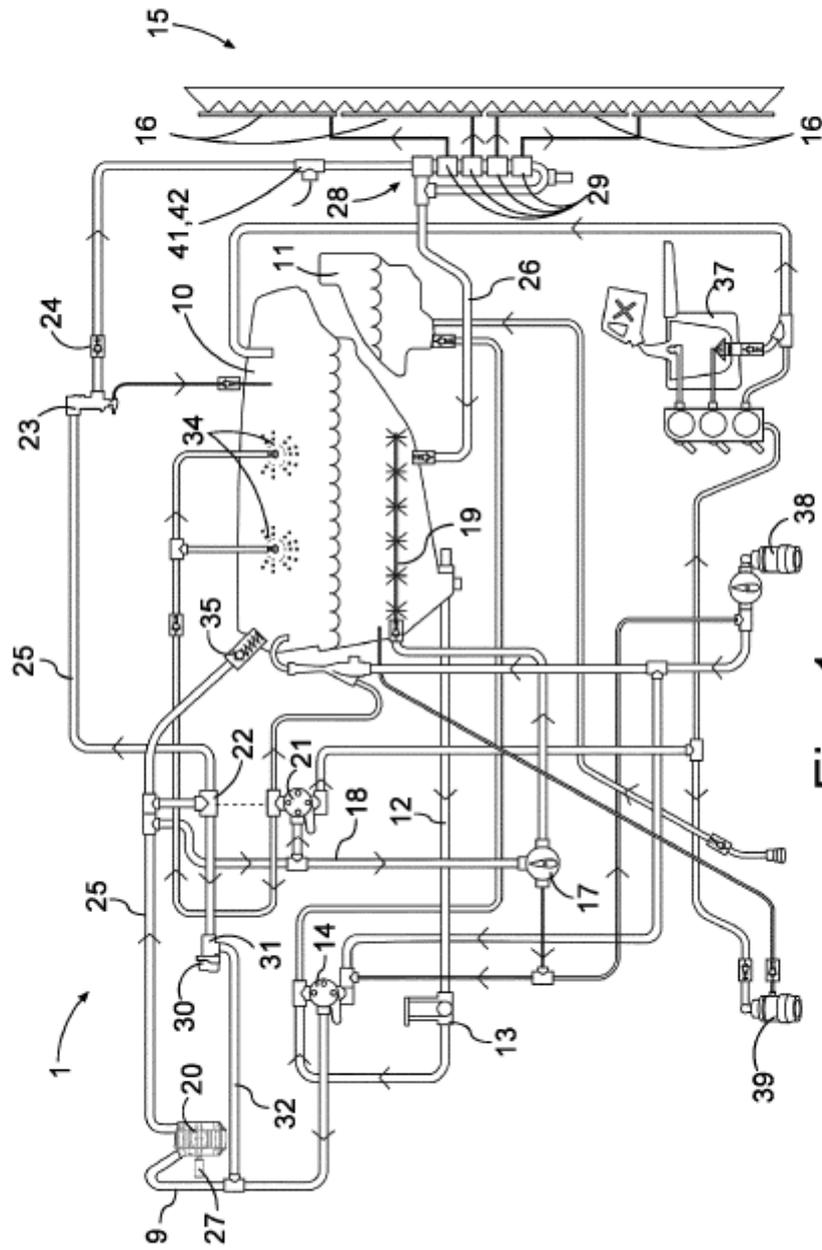


Fig. 1

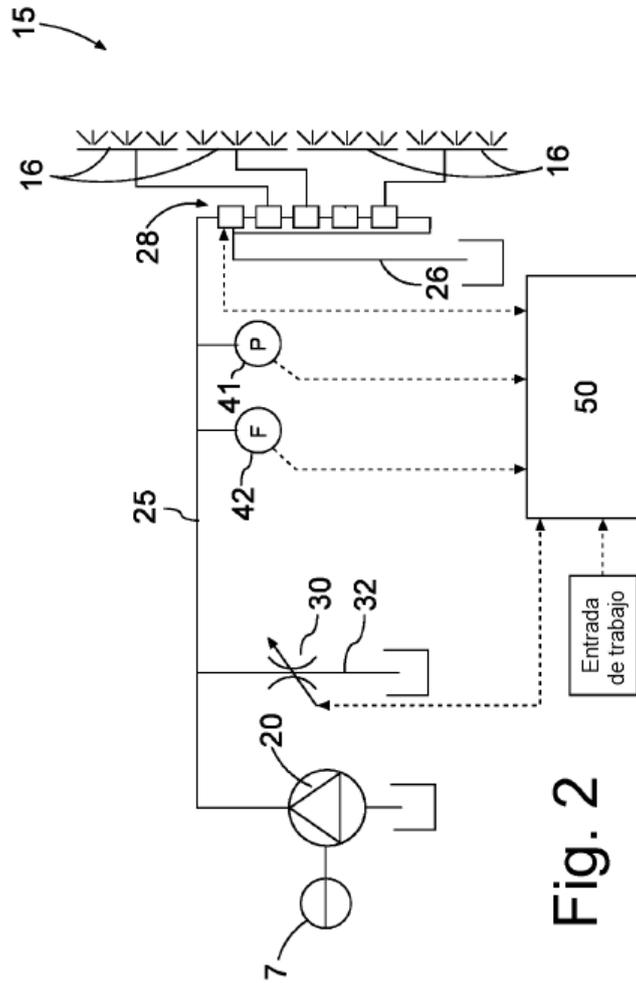
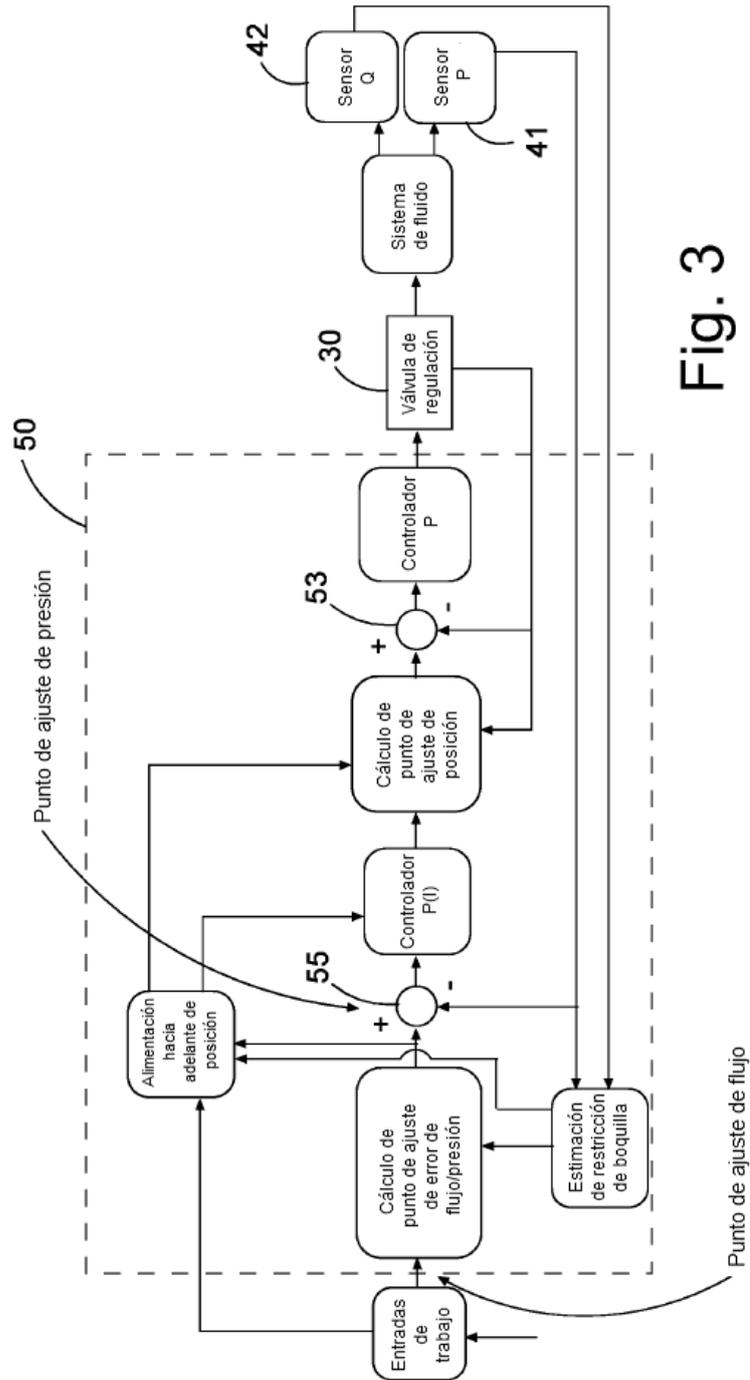


Fig. 2



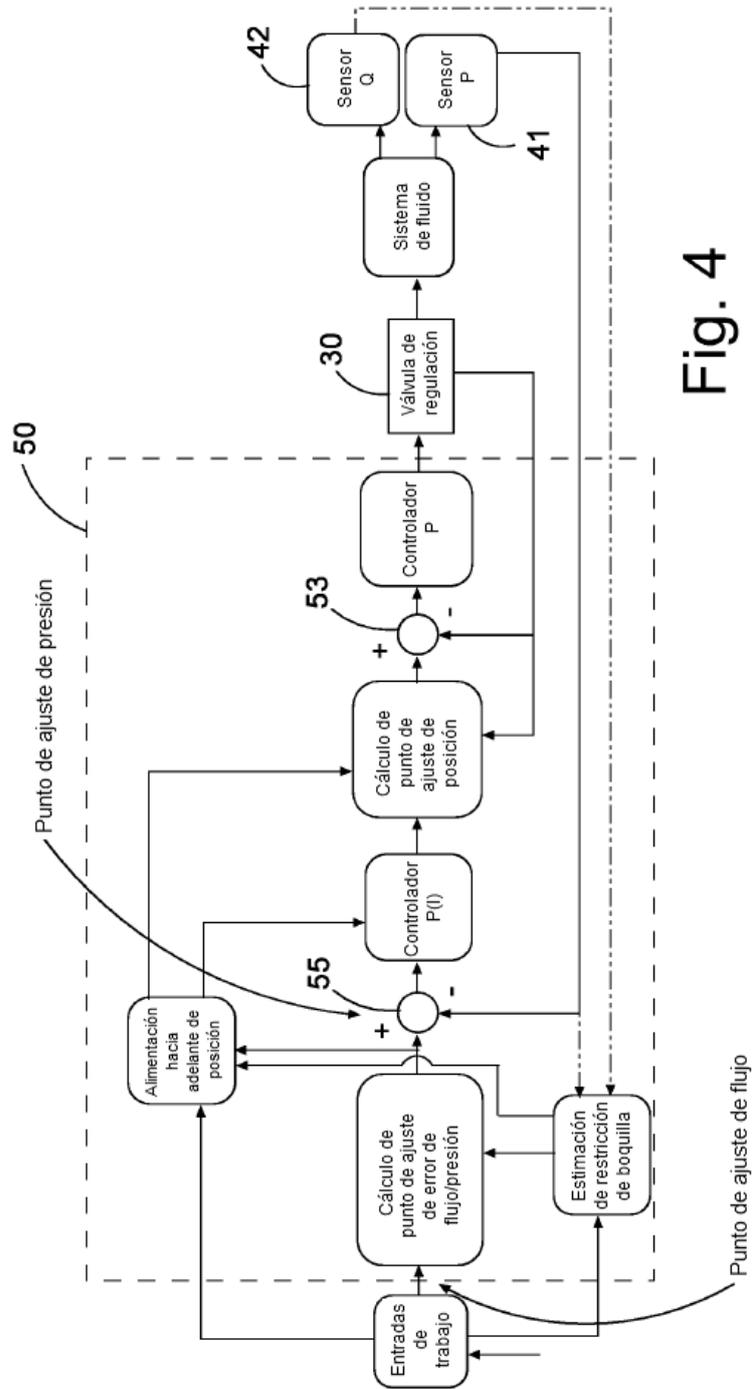


Fig. 4

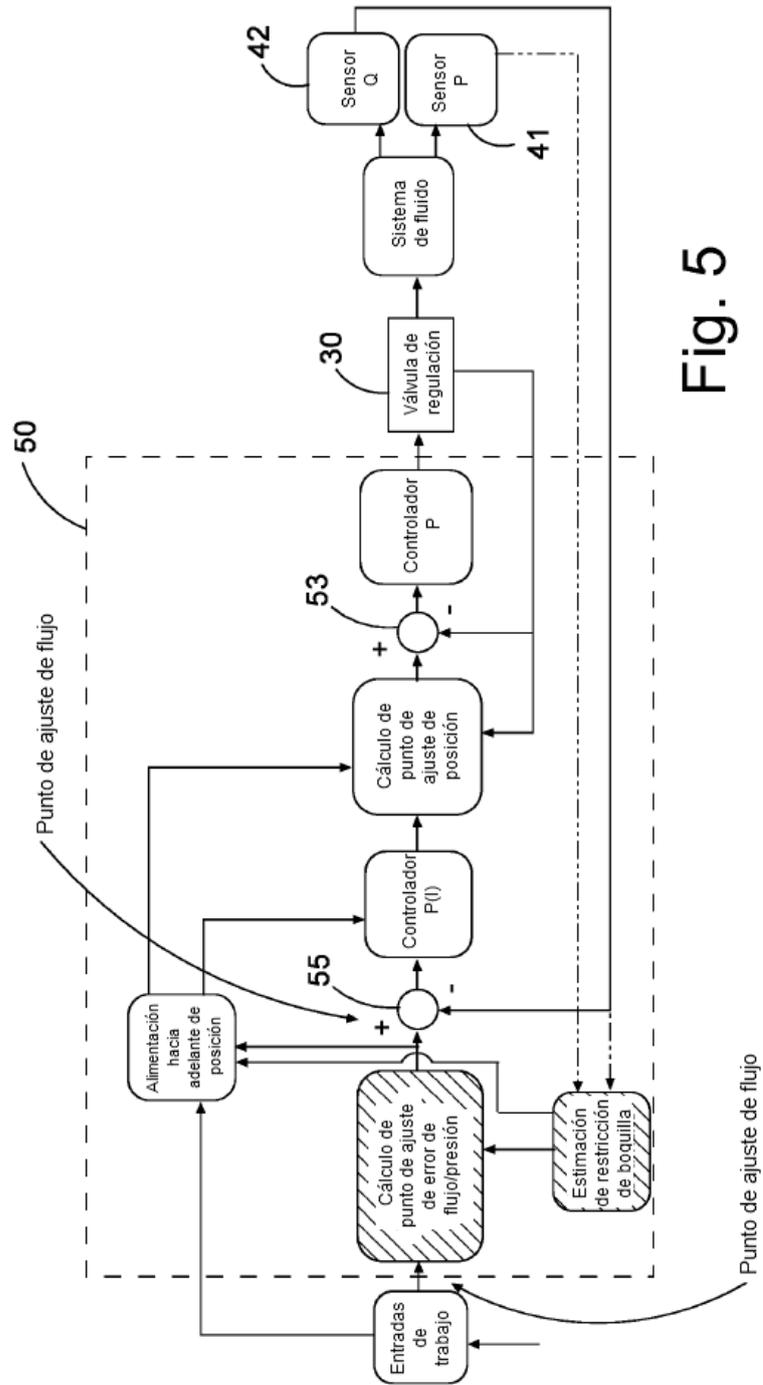


Fig. 5