

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 788**

51 Int. Cl.:

A01M 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2013 E 13183414 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2705751**

54 Título: **Procedimiento automático de determinación de un parámetro de modelización de un sistema de esparcimiento, procedimiento de control y sistema de esparcimiento que utiliza dicho parámetro**

30 Prioridad:

07.09.2012 FR 1258409

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

27.01.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BALLU, PATRICK y
GILLET, ALAIN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 738 788 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

Procedimiento automático de determinación de un parámetro de modelización de un sistema de esparcimiento, procedimiento de control y sistema de esparcimiento que utiliza dicho parámetro

5 La invención se refiere a un procedimiento automático de determinación de al menos un parámetro de modelización de un sistema de esparcimiento de un producto de tratamiento del suelo o de un cultivo. Dicho producto puede ser un abono, un producto de modificación de la naturaleza del suelo o un producto fitosanitario.

10 La invención también se refiere a un procedimiento de control de un sistema de esparcimiento, así como a un sistema de esparcimiento que puede estar controlado por dicho procedimiento.

15 En el campo del esparcimiento de producto de tratamiento del suelo o de un cultivo, es conocido embarcar en un tractor o un remolque un sistema de esparcimiento que comprende una rampa de pulverización equipada con boquillas destinadas a proyectar el producto hacia el suelo o hacia el cultivo. De acuerdo con las prescripciones del fabricante de este producto, se debe aplicar cierta dosis de producto por hectárea y el caudal de producto a llevar a la rampa se calcula en función de la anchura de trabajo de la rampa y de la velocidad del vehículo en el que está embarcado el sistema de esparcimiento. Es conocido adaptar el caudal de producto suministrado a la rampa en función de la velocidad del vehículo, para obtener una dosis por hectárea tan constante como sea posible.

20 El caudal de producto proporcionado a la rampa se puede medir con ayuda de un caudalímetro que realiza una lectura directa del caudal de producto que circula en un conducto de alimentación de la rampa. Este tipo de medida impone notificar de forma permanente el número de boquillas de la rampa efectivamente utilizadas, siendo este número variable durante una operación de esparcimiento, en concreto para tener en cuenta la geometría real del campo en curso de tratamiento, no siendo este campo forzosamente rectangular y no teniendo forzosamente una anchura múltiplo de la longitud total de la rampa. El sistema conoce el número de boquillas utilizadas por el estado de las secciones utilizadas pero esto impone haber memorizado previamente el número de boquillas por sección, sin excluir el riesgo de errores de dosificación. En cambio, con este tipo de medida el volumen realmente esparcido se obtiene por simple registro de los valores del caudalímetro.

30 Se conoce de un artículo de Ess et al., titulado "Implementing Site-Specific Management: Sprayer Technology - Controlling Application Rate On-The-Go" (Purdue University - 15. 07. 2010) utilizar una regla de proporcionalidad entre el caudal del producto líquido a nivel de una boquilla y la raíz cuadrada de la presión del producto. Estando la instalación de esparcimiento prevista en este artículo desprovista de sensor de presión, no permite medir la presión a nivel de una boquilla ni deducir un coeficiente de proporcionalidad entre el caudal y la raíz cuadrada de la presión del producto a nivel de la boquilla.

35 También se conoce del documento FR-A-2 519 162 determinar un parámetro de modelización de un sistema de esparcimiento midiendo una presión y un caudal durante la proyección de un producto de tratamiento. Esto conduce a un exceso de consumo de producto de revestimiento, perjudicial en términos ecológicos y en términos de coste.

45 De acuerdo con otro enfoque, es posible medir la presión de alimentación en un conducto de alimentación de la rampa considerando que cada boquilla presenta una curva de caudal en función de su presión de alimentación del tipo de la representada en la figura 1 adjunta. Por ejemplo, considerando que las boquillas tienen un tipo de comportamiento análogo en términos de caudal/presión, cada boquilla puede ser identificada por un punto de funcionamiento que corresponde a su modelo cuando es alimentada con una presión de tres bares. En este caso, el caudal d_3 suministrado por la boquilla es un caudal característico que permite identificar la boquilla y que corresponde a su modelo.

50 En la práctica, la curva de la figura 1 puede considerarse representativa de una variación del caudal en función de la presión con la forma

$$d = k \times \sqrt{P} \quad (\text{ecuación 1})$$

55 donde d es el caudal suministrado por la boquilla en l/minuto, P es la presión de alimentación de la boquilla en bares y k es un coeficiente de proporcionalidad.

60 Cuando se utiliza dicho modo de regulación, la referencia de dosis por hectárea se transforma en referencia de presión de alimentación de las boquillas, conociendo el modelo caudal/presión de cada boquilla y el intervalo entre dos boquillas adyacentes a lo largo de la rampa de pulverización. Con este tipo de regulación, una unidad electrónica ajusta la presión de alimentación de la rampa de pulverización en función de un valor predeterminado de presión y de la presión real medida. En este caso, la dosis por hectárea no depende del número de boquillas utilizadas, que puede variar durante la pulverización de un campo, como se ha previsto anteriormente.

65 Este enfoque resulta globalmente satisfactorio.

- Sin embargo, presenta limitaciones. En particular, no permite conocer, de forma simple, el volumen esparcido durante una operación de tratamiento de un campo. Tampoco permite detectar la obstrucción de una boquilla. Finalmente y sobre todo, la precisión de la regulación efectuada depende de la determinación del coeficiente de proporcionalidad k , pudiendo este coeficiente variar de un sistema de pulverización a otro, en función de la longitud y de la conformación de las tuberías de alimentación, y de un juego de boquillas a otro dentro de una misma rampa. Dicho coeficiente se determina generalmente a partir de datos suministrados por el fabricante de las boquillas, mientras que los coeficientes reales de las diferentes boquillas pueden presentar cierta dispersión con respecto a un valor nominal dado por el fabricante, de ahí un riesgo de imprecisión de la dosificación del producto esparcido.
- 5
- 10 Son a estos inconvenientes y limitaciones a los que pretende, más particularmente, responder la invención proponiendo un nuevo procedimiento automático de determinación de al menos un parámetro, que permite a un operador conocer, de forma particularmente sencilla, un coeficiente utilizable para la modelización de un sistema de esparcimiento, con una precisión satisfactoria.
- 15 A tal efecto, la invención de acuerdo con la reivindicación 1 se refiere a un procedimiento automático de determinación de al menos un parámetro de modelización de un sistema de esparcimiento de un producto de tratamiento del suelo o de un cultivo, comprendiendo este sistema una rampa de pulverización equipada con boquillas, medios de alimentación de las boquillas con producto de tratamiento y una unidad electrónica prevista para controlar los medios de alimentación en función de un valor predeterminado de la presión de alimentación de las boquillas con producto de tratamiento. Este procedimiento comprende etapas que consisten en:
- 20
- a) fijar una presión de referencia de alimentación de las boquillas;
 - b) pulverizar un producto, utilizando la presión de referencia como presión predeterminada de alimentación de las boquillas y midiendo la presión de alimentación de las boquillas;
 - 25 c) medir, con ayuda de un caudalímetro, el caudal de producto de tratamiento que alimenta la rampa, y
 - d) calcular el parámetro de modelización en función del valor medido de caudal y del valor medido de la presión de alimentación de las boquillas o de la presión de referencia.
- 30 De acuerdo con la invención, el producto pulverizado durante la etapa b) es agua y el valor del parámetro calculado en la etapa d) se corrige, durante una etapa e) posterior, teniendo en cuenta la densidad del producto de tratamiento.
- Gracias a la invención, la utilización de una unidad electrónica de regulación de presión y de un caudalímetro instalado permite determinar de forma particularmente simple el parámetro de modelización, teniendo en cuenta la implantación efectiva de la rampa y la distribución efectiva de las boquillas en ésta. En otros términos, el parámetro de modelización se puede determinar de forma fiable, por medio de un procedimiento automático que no requiere competencias particulares por parte del operador.
- 35
- De acuerdo con aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, dicho procedimiento puede incorporar una o varias de las características siguientes tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:
- 40
- Durante la etapa b), se utilizan todas las boquillas de la rampa y el parámetro calculado durante la etapa d) es válido para el conjunto de la rampa. Como variante, la rampa está compuesta por varias secciones que comprenden, cada una, al menos una boquilla, mientras que las etapas b), c) y d) se implementan sección por sección.
 - 45 - Las etapas a) a d) se repiten para varios valores de presión de referencia.
 - El parámetro determinado es un coeficiente de proporcionalidad entre, por un lado, la raíz cuadrada del valor de la presión medida o de la presión de referencia fijada en la etapa a) y, por otro lado, el valor del caudal medido en la etapa c).
 - El procedimiento se realiza de forma totalmente automática.
- 50
- La invención también se refiere a un procedimiento de control de un sistema de esparcimiento de un producto de tratamiento del suelo o de un cultivo, de tipo del sistema de esparcimiento mencionado anteriormente. Este procedimiento comprende una etapa de determinación del valor predeterminado de presión en función, por un lado, de un valor predeterminado de caudal de producto de tratamiento y, por otro lado, de un parámetro determinado gracias a un procedimiento automático de determinación tal como se ha mencionado anteriormente. Además, está prevista una etapa suplementaria de detección de la posible obstrucción de una boquilla por comparación, por un lado, de un caudal total de producto de tratamiento, calculado con ayuda del parámetro determinado en función del valor predeterminado de presión utilizado para controlar los medios de alimentación y, por otro lado, de un caudal total medido por el caudalímetro.
- 55
- 60 De forma ventajosa, el valor predeterminado de presión se determina sobre la base de una ecuación del tipo $P_c = (k \times d_c)^2$ donde P_c es el valor predeterminado de presión, d_c es el valor predeterminado de caudal y k es el parámetro determinado, como se ha mencionado anteriormente.
- 65 Otro aspecto ventajoso de la invención se menciona en la reivindicación 9.

Finalmente, la invención de acuerdo con la reivindicación 10 se refiere a un sistema de esparcimiento embarcado en un vehículo rodante para la implementación de un procedimiento tal como se ha mencionado anteriormente. Este sistema comprende:

- 5 - una cuba de producto de tratamiento a esparcir;
- al menos una rampa de boquillas de pulverización de este producto;
- medios de alimentación de la rampa a partir de la cuba;
- un sensor de la presión del producto en un conducto de alimentación de la rampa;
- un caudalímetro capaz de detectar el caudal de producto líquido que alimenta la rampa
- 10 - una unidad electrónica prevista para:
 - determinar automáticamente el parámetro de modelización sobre la base, entre otras cosas, de una señal de salida del caudalímetro y de una señal de salida del sensor de presión, obteniéndose esta señal de salida cuando el producto pulverizado es agua y determinándose el parámetro de modelización después de la aplicación de una corrección que tiene en cuenta la densidad del producto de tratamiento,
 - 15 - determinar automáticamente un valor predeterminado de presión de alimentación de la rampa con producto a esparcir en función, por un lado, de un valor predeterminado de caudal de producto de tratamiento y, por otro lado, del parámetro determinado y
 - controlar automáticamente los medios de alimentación en función del valor predeterminado de presión.
- 20

La invención se entenderá mejor y otras ventajas de esta quedarán más claras a la luz de la descripción a continuación de procedimientos y de un sistema de esparcimiento de acuerdo con su principio, dada únicamente a modo de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 - la figura 2 es una representación esquemática de un sistema de esparcimiento de acuerdo con la invención;
- la figura 3 es un diagrama de bloques de un procedimiento de acuerdo con la invención y
- la figura 4 es un diagrama de bloques de otro procedimiento de acuerdo con la invención.

El sistema de esparcimiento 2 representado en la figura 2 comprende una cuba 4 y una rampa de pulverización 6 constituida por tres secciones 62, 64 y 66 que constan, cada una, de varias boquillas de pulverización 68. En la figura 2, cada sección 62 a 66 consta de tres boquillas 68. En la práctica, el número de boquillas de cada sección puede ser ampliamente superior a tres y las secciones pueden tener números de boquillas diferentes.

Se denomina l_6 la longitud, medida paralelamente a la mayor dimensión de una sección 62, 64 o 66, de un espacio entre boquillas definido entre los centros de dos boquillas 68 adyacentes. En la práctica, esta longitud l_6 puede tener un valor comprendido entre 250 y 600 mm.

La cuba 4 contiene un producto líquido de tratamiento del suelo o de un cultivo. Se puede tratar de un producto de enmienda del suelo, de un abono o de un producto fitosanitario, tal como un insecticida.

Un conducto principal 8 conecta la cuba 4 a un conjunto 10 de electroválvulas con llaves de paso destinadas a controlar la alimentación de la rampa 6 con producto de tratamiento.

El conducto principal comprende una primera sección 82 que se extiende entre la cuba 4 y una bomba volumétrica 12. Como variante, la bomba 12 puede ser de otro tipo. Una segunda sección 84 del conducto 8 se extiende entre la salida de la bomba 12 y una válvula de tres vías 14 que alimenta selectivamente una tercera sección 86 del conducto 8 o un conducto 16 de retorno a la cuba 4.

El conjunto 10 comprende tres electroválvulas 102, 104 y 106 que controlan, respectivamente, la circulación de producto de tratamiento del conducto 8 hacia las secciones 62, 64 y 66, a través de las tuberías dedicadas 182, 184 y 186.

Como variante, las electroválvulas 102, 104 y 106 pueden ser del tipo con chapaleta o de cualquier otro tipo.

El sistema de esparcimiento 2 comprende también una unidad electrónica de control 20 capaz de gobernar los subconjuntos 10, 12 y 14. Más exactamente, la unidad 20 emite, con destino al conjunto de válvulas 10, una señal eléctrica de control S_{10} transportada por una línea eléctrica no representada. De la misma forma, la unidad 20 emite, con destino a la válvula 12 y a la válvula de tres vías 14, señales eléctricas de control S_{12} y S_{14} transportadas por líneas eléctricas.

La unidad electrónica 20 comprende, entre otras cosas, una memoria 202 y una calculadora 204 capaz de realizar operaciones aritméticas y lógicas.

El sistema de esparcimiento 2 está montado en un vehículo tal como tractor agrícola T provisto de una rueda R. Como variante, el sistema de esparcimiento 2 puede estar montado en un remolque. El sistema 2 comprende un sensor 22 de rotación de la rueda que transmite a la unidad 20, mediante una línea eléctrica no representada, una

señal eléctrica S_{22} representativa de la rotación de la rueda R. Conociendo las dimensiones de la rueda R, la unidad 20 puede deducir de ellas la velocidad de desplazamiento del tractor T así como la distancia recorrida desde un punto de origen.

5 El sistema 2 comprende también un sensor 24 de medida de la presión del producto de tratamiento en la sección 86 del conducto 8 así como un caudalímetro 26 que permite determinar el caudal del producto de tratamiento en el conducto 8. Los dispositivos 24 y 26 suministran, cada uno, una señal electrónica S_{24} , respectivamente S_{26} , a la unidad 20, mediante líneas eléctricas no representadas.

10 Como variante, las señales S_{10} , S_{12} , S_{14} , S_{22} , S_{24} y S_{26} son transmitidas por medios de comunicación inalámbricos, por ejemplo por radio.

15 La unidad de control 20 se utiliza para gobernar la bomba 12 y la válvula de tres vías 14 en función de un valor predeterminado de la presión de alimentación del subconjunto 10 con producto de tratamiento líquido. El sensor de presión 24 permite dirigir a la unidad 20 una señal de retorno, o de retroalimentación negativa, ya que suministra una señal representativa de la presión en la sección 86 del conducto 8, pudiendo la presión en esta sección considerarse igual a la presión de alimentación del conjunto 10.

20 La regulación utilizada en el sistema 2 se basa en una modelización del funcionamiento de cada boquilla 68 sobre la base de una curva del tipo de la presentada en la figura 1 donde el caudal en litros/minuto se considera proporcional a la raíz cuadrada de la presión en bares. En otros términos, la relación de la ecuación 1 mencionada anteriormente se considera respetada en el rango de funcionamiento de cada boquilla 68, a la vez en términos de presión y en términos de caudal.

25 Durante la puesta en servicio del sistema 1001, se implementa el procedimiento representado por el diagrama de bloques de la figura 3.

En una primera etapa 1001, se fija un valor para una presión de referencia P_R de alimentación de las boquillas.

30 En una segunda etapa 1002 el sistema 2 se pone en marcha para pulverizar agua, en puesto fijo, utilizando la presión de referencia P_R como presión predeterminada de alimentación de las boquillas 68. En otros términos, la válvula de tres vías 14 está gobernada para alimentar las boquillas 68 con una presión P_R suministrada al subconjunto 10 por el conducto 8. Se considera en este contexto que la presión en la sección 86 del conducto 8 es igual o prácticamente igual a la presión de alimentación de las boquillas 68, siendo las pérdidas de carga en las
35 válvulas 102 a 106 y en los conductos 182 a 186 tenidas en cuenta en el calibrado previo del sensor de presión.

40 Cuando el sistema 2 funciona en un régimen establecido, y mientras que las boquillas 68 pulverizan efectivamente agua, el caudalímetro 26 se utiliza para medir el caudal efectivo total de agua en el conducto 8. Proporciona una señal correspondiente S_{26} a la unidad 20.

Al mismo tiempo, durante toda la etapa 1002, el sensor 24 proporciona a la unidad 20 una señal S_{24} representativa de la presión de alimentación de las boquillas 68. En funcionamiento establecido, el valor de la presión medido total P_T transmitido por la señal S_{24} debe ser igual al valor de la presión de referencia P_R , aproximadamente a las tolerancias de medida.

45 Sobre la base de las señales S_{24} y S_{26} y durante una etapa posterior 1004, la unidad 20 es capaz de calcular el coeficiente de proporcionalidad entre el caudal total d_T medido por el caudalímetro 26 y la presión total P_T medida por el sensor de presión 24 de acuerdo con la relación:

50
$$k = d_T / \sqrt{P_T} \quad \text{ecuación (2)}$$

donde k es un coeficiente de proporcionalidad de valor constante, d_T es el caudal total detectado por el caudalímetro 26 y P_T es la presión detectada por el sensor 24, siendo esta presión normalmente igual a la presión de referencia P_R .

55 Como variante, el coeficiente k se puede calcular a partir de la ecuación:

$$k = d_T / \sqrt{P_R} \quad \text{ecuación (2bis)}$$

60 donde P_R es el valor de la presión de referencia fijada en la etapa 1001.

Al término de esta etapa 1004, el coeficiente k se determina, por lo tanto, mediante el cálculo, teniendo en cuenta el valor de la presión de referencia P_R fijada en la etapa 1001, directamente o a través de la presión P_T , y para el conjunto de la rampa 6, considerando que las boquillas 68 se comporten de la misma forma.

65 Considerando que el caudal de una boquilla es efectivamente proporcional a la raíz cuadrada de su presión de

alimentación, se puede fijar un solo valor de presión de referencia P_R , por ejemplo igual a tres bares, y determinar el coeficiente de proporcionalidad k para todo el rango de funcionamiento de las boquillas.

5 De acuerdo con un enfoque más preciso, y considerando que la noción de proporcionalidad es una aproximación, varias presiones de referencia P_R pueden fijarse sucesivamente y varios coeficientes de proporcionalidad k pueden determinarse aplicando las etapas 1001 a 1004 de forma sucesiva, como se representa mediante la flecha de iteración 1005 en la figura 3. Estos coeficientes se utilizan entonces en el proceso de control, en función de la presión de control efectivamente utilizada.

10 El procedimiento mencionado anteriormente, en el que agua es proyectada por las boquillas 68 durante la etapa 1002, está particularmente adaptado cuando el producto de tratamiento tiene una densidad cercana a 1, en concreto cuando este producto de tratamiento es a base de agua.

15 En el caso en el que la densidad del producto de tratamiento difiere de 1, el valor del coeficiente k calculado en la etapa 1004 se puede adaptar durante una etapa opcional 1006 en la que se tiene en cuenta la densidad efectiva del producto de tratamiento.

20 Como variante, siempre cuando la densidad del producto de tratamiento es diferente de 1, se puede proyectar, no agua sino el propio producto de tratamiento líquido durante la etapa 1002. En este caso, el coeficiente k calculado en la etapa 1004 tiene en cuenta directamente la densidad efectiva del producto a esparcir, que puede ser, por ejemplo, un producto nitrogenado líquido, con una densidad del orden de 1, 3 o un anticongelante, con una densidad del orden de 2. De forma general, la invención permite esparcir líquidos cuya densidad está comprendida entre 0, 8 y 4.

25 Se destaca que el procedimiento de la figura 3 se puede realizar de forma totalmente automática ya que basta con que el operador inicie la etapa 1001 para que las etapas 1002 a 1004, opcionalmente 1005 y 1006, se desarrollen automáticamente. Además, la selección de la presión de referencia en la etapa 1001 puede tener lugar de forma automática, sobre la base de uno o varios valores almacenados en la memoria 202. Por otro lado, las etapas de gobierno y de cálculo del procedimiento de la invención son efectuadas por la calculadora 204 y el o los valores del coeficiente k determinados como resultado de este procedimiento se almacenen en la memoria 202, con vistas a una
30 utilización posterior.

En el ejemplo mencionado anteriormente, el cálculo del coeficiente k se efectúa tras una etapa 1002 en la que todas las boquillas 68 de la rampa 6 están funcionando.

35 Como variante, el coeficiente k se puede determinar para cada conjunto de boquillas que pertenecen a una sección 62, 64 o 66. Para ello, las etapas 1001 a 1004, y opcionalmente 1005 y 1006, se implementan sección tras sección, abriendo y cerrando selectivamente las electroválvulas 102 a 106. Este enfoque aumenta la precisión de la determinación del coeficiente k y, en consecuencia, de la regulación obtenida gracias a la unidad 20 cuando esta gobierna la válvula 14 y el conjunto 10, teniendo en cuenta la señal de retroalimentación negativa S_{24} suministrada por el sensor 24.
40

45 Cuando conviene utilizar el sistema 2 para esparcir un producto de tratamiento, el operador debe respetar normalmente un valor de dosis por hectárea representado por una cantidad nominal Q de producto aplicado a una hectárea de campo tratado. Esta dosis por hectárea expresada en litros/hectárea se puede vincular al caudal de la rampa 6 expresado en litros/minuto de acuerdo con la relación:

$$d = Q \times L \times V / 600 \quad \text{ecuación (3)}$$

50 donde d es el caudal de la rampa en litros/minuto, L es la anchura de trabajo de la rampa 6, V es la velocidad de avance del tractor T en Km/h.

De este modo, cuando un valor predeterminado de dosis por hectárea Q es proporcionado a la unidad 20 en forma de una señal electrónica S_q , la calculadora 204 es capaz de determinar, en cada instante durante el funcionamiento del sistema 2, y en función de la anchura de trabajo de la rampa 6 y de la velocidad de avance del tractor T , un caudal d_c predeterminado instantáneo de producto a esparcir. Esto tiene lugar durante una primera etapa 2001 de un procedimiento de control del sistema 2.
55

En una segunda etapa 2002, la unidad 20 determina la presión de alimentación de las boquillas 68, es decir la presión predeterminada instantánea P_c , invirtiendo la ecuación 1 en forma de una ecuación:

60

$$P_c = (k \times d_c)^2 \quad \text{ecuación (4)}$$

65 Es posible entonces para la unidad 20 utilizar el valor de la presión predeterminada instantáneo calculado P_c para compararlo con la señal S_{24} de la presión medida. Durante una etapa 2003 y en función del valor de la presión detectada por el sensor 24 en la sección 86 del conducto 8, la unidad de control 20 gobierna la válvula de tres vías 14, gracias a la señal S_{14} para, llegado el caso, ajustar el caudal de producto de tratamiento en el conducto 8 y, en

consecuencia, la presión en la sección 86. Al término de la etapa 2003, el procedimiento vuelve a iniciarse en la etapa 2001 para tener en cuenta una posible variación de la velocidad V, lo que representa la flecha de iteración 2007. La frecuencia de iteración de las etapas 2001 a 2003 es inferior a 1 segundo.

5 De acuerdo con un aspecto ventajoso y opcional de la invención, el hecho de que el sistema 2 comprende a la vez un sensor de presión 24 y un caudalímetro 26 permite detectar la posible obstrucción de una boquilla. En efecto, la unidad 20 puede tener en cuenta dos caudales.

10 Por un lado, la unidad 20 puede calcular un caudal total de producto de tratamiento utilizando la ecuación 1 y conociendo el valor de la presión predeterminada. Este caudal total calculado $d_{\text{cálculo}}$ puede expresarse así:

$$d_{\text{cálculo}} = k \times \sqrt{Pc} \quad (\text{ecuación 5})$$

15 Por otro lado, la señal S_{26} es representativa del caudal medido d_{medida} detectado por el caudalímetro 26.

Entonces es posible para la unidad 20 comparar, en una etapa 2004 de procedimiento de control, el caudal calculado $d_{\text{cálculo}}$ y el caudal medido d_{medida} y reaccionar en caso de diferencia significativa entre estos dos caudales, por ejemplo si esta diferencia es superior al 5 % del caudal medido. En este caso, la unidad 20 puede emitir una alerta con destino al operador en una etapa 2005. En el caso en el que la diferencia constatada sea nula o no significativa, se considera que el funcionamiento es correcto, durante una etapa 2006.

20 Las etapas 2004 a 2006 pueden tener lugar a una frecuencia diferente de las etapas 2001 a 2003, por ejemplo igual a 5 segundos.

25 Se destaca que la etapa 2004, que permite la detección de la posible obstrucción de una boquilla, no sería posible si el sistema de esparcimiento 2 estuviera equipado solamente con un sensor de presión o solamente con un caudalímetro.

30 La combinación de las señales S_{24} y S_{26} emitidas por el sensor de presión 24 y el caudalímetro 26 permite también determinar de forma simple y precisa el volumen esparcido durante una operación, gracias a la integración de la señal S_{26} durante la operación y el valor de la superficie tratada en hectáreas, detectado gracias al sensor 22.

35 Cuando la boquilla comprende varias secciones, como se ha previsto anteriormente, es posible medir el caudal total de la rampa activando todas sus secciones. También es posible medir el caudal de la rampa cuando solo está desactivada una sección. Por diferencia, se deduce el caudal de esta sección. Esta operación se puede repetir para cada una de las secciones.

40 Es posible entonces proporcionar a la unidad 20 informaciones relativas, por un lado, al número total de secciones de la rampa y, por otro lado a la anchura total de la rampa. Considerando que la anchura de tratamiento de cada sección es proporcional a su caudal, es posible conocer la anchura de tratamiento de cada sección mediante una regla de tres entre el caudal de esta sección y el caudal total de la rampa, cuando se conoce la anchura de tratamiento de la rampa. Se comprende que esto puede ser implementado por la unidad 20 sin conocer el número de boquillas 68 de cada sección, ni la anchura l_6 del espacio entre boquillas entre las boquillas de una sección.

45 Siendo la anchura de tratamiento de cada sección conocida, es posible para la unidad 20, que conoce permanentemente el número de secciones que funcionan ya que es el que determina por medio de la señal S_{10} , conocer la anchura de tratamiento obtenida con la rampa 6 en cada punto del campo. La suma de la superficie tratada se puede obtener, por lo tanto, integrando la anchura de tratamiento en una duración correspondiente a una operación de esparcimiento, sin tener que notificar previamente el número de boquillas por sección ni la anchura del espacio entre boquillas.

50 Las características técnicas de las realizaciones y variantes previstas anteriormente se pueden combinar entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento automático de determinación de al menos un parámetro (k) de modelización de un sistema (2) de esparcimiento de un producto de tratamiento del suelo o de un cultivo, comprendiendo este sistema una rampa (6) de pulverización equipada con boquillas (68), medios (12, 14) de alimentación de las boquillas con producto de tratamiento y una unidad electrónica (20) prevista para controlar los medios de alimentación en función de un valor predeterminado (P_C) de la presión de alimentación de las boquillas con producto de tratamiento, comprendiendo este procedimiento etapas que consisten en
- 5 a) fijar (1001) una presión de referencia (P_R) de alimentación de las boquillas;
- 10 b) pulverizar un producto (1002), utilizando la presión de referencia como presión predeterminada de alimentación de las boquillas (68) y midiendo (S₂₄) la presión de alimentación (P_T) de las boquillas;
- c) medir (1003, S₂₆), con ayuda de un caudalímetro (26), el caudal (d_T) de producto de tratamiento que alimenta la rampa;
- 15 d) calcular (1004) el parámetro de modelización (k) en función del valor medido (d_T) del caudal y del valor medido de la presión (P_T) de alimentación de las boquillas o de la presión de referencia (P_R);
- caracterizado por que el producto pulverizado durante la etapa b) es agua y el valor del parámetro (k) calculado en la etapa d) se corrige, durante una etapa e) posterior (1006), teniendo en cuenta la densidad del producto de tratamiento.
- 20
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que, durante la etapa b), se utilizan todas las boquillas (68) de la rampa (6) y el parámetro (k) calculado durante la etapa d) es válido para el conjunto de la rampa.
- 25
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la rampa está compuesta por varias secciones (62, 64, 66) que comprenden, cada una, al menos una boquilla (68) y por que las etapas b), c) y d) se implementan sección por sección.
- 30
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las etapas a) a d) se repiten (1005) para varios valores de presión de referencia (P_R).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el parámetro determinado es un coeficiente de proporcionalidad (k) entre
- 35 - una raíz cuadrada del valor de la presión medida o de la presión de referencia fijada en la etapa a),
- el valor del caudal (d_T) medido en la etapa c).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el procedimiento se realiza de forma totalmente automática.
- 40
7. Procedimiento de control de un sistema de esparcimiento de un producto de tratamiento del suelo o de un cultivo, comprendiendo este sistema una rampa (6) de pulverización equipada con boquillas (68), medios (10, 12, 14) de alimentación de las boquillas con producto de tratamiento y una unidad electrónica (20) prevista para controlar los medios de alimentación en función de un valor predeterminado (P_C) de la presión de alimentación de las boquillas con producto líquido, caracterizado por que comprende una etapa (2002) de determinación del valor predeterminado (P_C) de presión en función, por un lado, de un valor predeterminado de caudal (d_c) de producto de tratamiento y, por otro lado, de un parámetro (k) determinado mediante un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, y por que el procedimiento de control comprende una etapa suplementaria (2004) de detección de la posible obstrucción de una boquilla (68) por comparación
- 45
- 50 - de un caudal total (d_{cálculo}) de producto de tratamiento calculado, con ayuda del parámetro determinado (k), en función del valor predeterminado (P_C) de presión utilizado para controlar los medios de alimentación,
- de un caudal total medido (d_{medida}) por el caudalímetro (26).
- 55
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que el valor predeterminado de presión se determina sobre la base de una ecuación de tipo
- $$P_c = (k \times d_c)^2$$
- 60 donde P_c es el valor predeterminado de presión, d_c es el valor predeterminado de caudal, k es el parámetro determinado.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por que comprende
- 65 - una primera etapa (2001) de determinación de un caudal (d_c) predeterminado instantáneo de producto a esparcir;

- una segunda etapa (2002) de determinación de una presión predeterminada instantánea (P_c);
- una tercera etapa (2003) de comparación de la presión (P_c) determinada en la segunda etapa con una señal (S_{24}) representativa de una presión medida;
- 5 - una cuarta etapa (2004) de comparación de un caudal ($d_{\text{cálculo}}$) calculado a partir de la presión predeterminada instantánea (P_c) con un caudal (d_{medida}) medido por el caudalímetro (26) utilizado en la etapa c);
- una quinta etapa (2005) de emisión de una alerta en caso de diferencia significativa constatada en la cuarta etapa; y
- una sexta etapa (2006) donde el funcionamiento se considera correcto
- 10 y por que las etapas cuarta a sexta (2004-2006) tienen lugar a una frecuencia diferente de las etapas primera a tercera (2001-2003).

10. Sistema de esparcimiento (2) embarcado en un vehículo (T) rodante para la implementación de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo este sistema:

- 15 - una cuba (4) de producto de tratamiento a esparcir,
- al menos una rampa (6) de boquillas (68) de pulverización del producto,
- medios (10, 12, 14) de alimentación de la rampa a partir de la cuba,
- un sensor de la presión (24) del producto en un conducto (8) de alimentación de la rampa,
- 20 - un caudalímetro (26) capaz de detectar el caudal de producto de tratamiento que alimenta la rampa
- una unidad electrónica (20) prevista para:
 - determinar automáticamente (1001-1004) el parámetro de modelización (k) sobre la base, entre otras cosas, de una señal de salida (S_{26}) del caudalímetro (26) y de una señal (S_{24}) de salida del sensor de presión (24), obteniéndose esta señal de salida cuando el producto pulverizado es agua y determinándose el parámetro de modelización (k) después de la aplicación de una corrección (1006) que tiene en cuenta la densidad del
 - 25 producto de tratamiento,
 - determinar automáticamente (2002) un valor predeterminado (P_c) de presión de alimentación de la rampa (6) con producto a esparcir en función, por un lado, de un valor predeterminado de caudal (d_c) de producto de tratamiento y, por otro lado, del parámetro determinado (k) y,
 - 30 - controlar automáticamente (2003) los medios de alimentación (10, 12, 14) en función del valor predeterminado de presión.

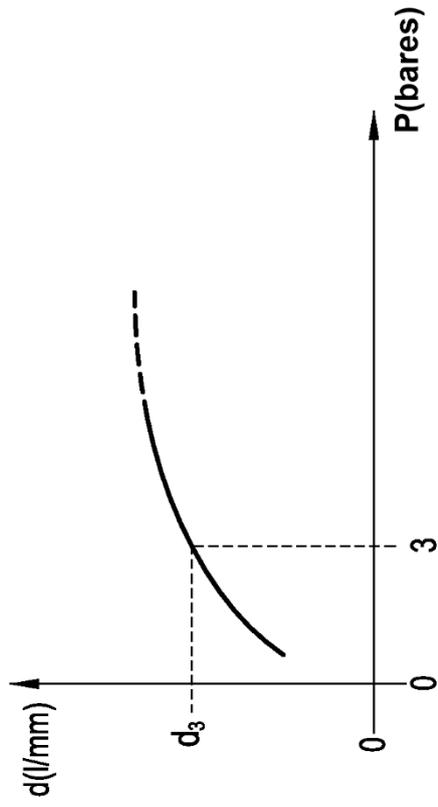


Fig. 1

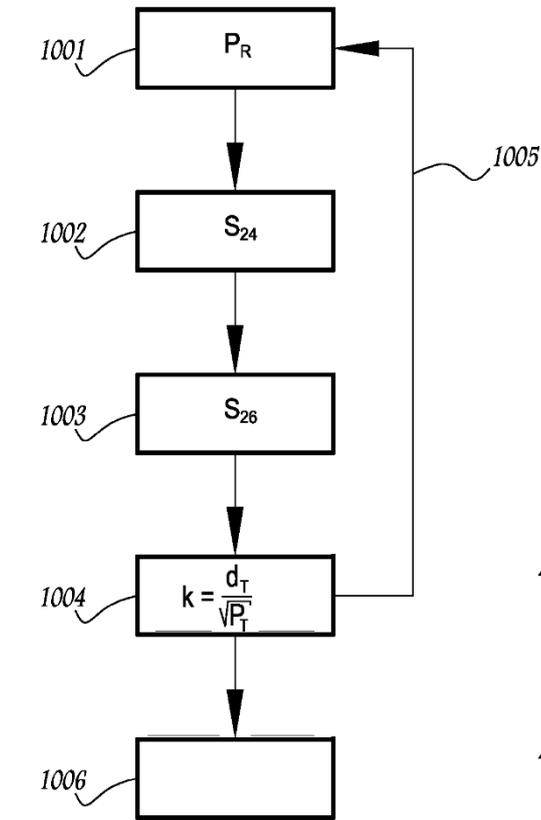


Fig.3

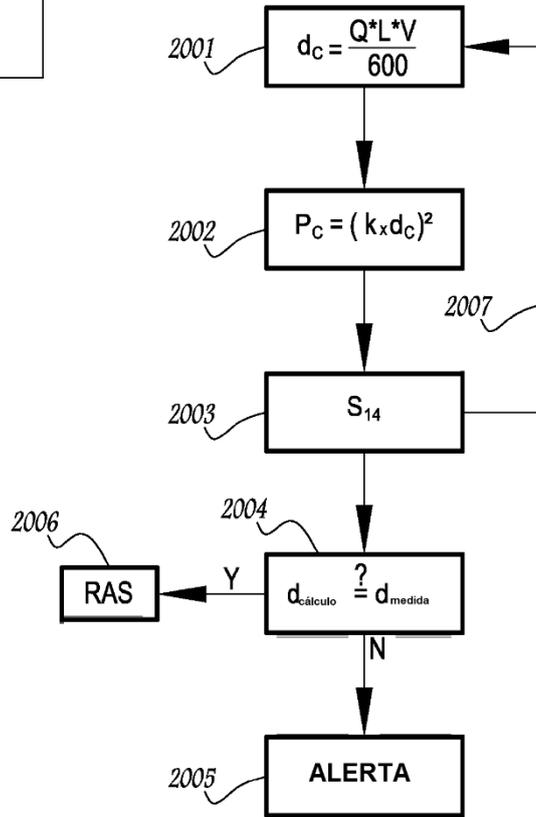


Fig.4