



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 705**

51 Int. Cl.:
B05B 12/08 (2006.01)
G05D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06017809 .2**
96 Fecha de presentación : **25.08.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1764159**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

54 Título: **Instalación de revestimiento y procedimiento de revestimiento correspondiente.**

30 Prioridad: **06.09.2005 DE 10 2005 042 336**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.11.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.11.2009

73 Titular/es: **Dürr Systems GmbH**
Otto-Dürr-Strasse 9
70435 Stuttgart, DE

72 Inventor/es: **Collmer, Andreas y**
Hofmann, Wilhelm

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 329 705 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).

ES 2 329 705 T3

DESCRIPCIÓN

Instalación de revestimiento y procedimiento de revestimiento correspondiente.

5 La presente invención se refiere a una instalación de revestimiento para el revestimiento de componentes con un medio de revestimiento, en particular una instalación de pintado para el barnizado de piezas de carrocería de automóvil, así como a un procedimiento de funcionamiento correspondiente según las reivindicaciones dependientes.

10 Por el documento EP 1 287 900 A2 y por el "Technisches Handbuch Farbmengenregelung", página 32 (1944) de la sociedad DÜRR, se conoce una instalación de revestimiento de este tipo, en la cual a través de reguladores de presión de color y una bomba de dosificación se alimenta un pulverizador de rotación con el medio de revestimiento que hay que aplicar. Al mismo tiempo se mide, mediante unos sensores de presión, la presión de medio de revestimiento antes y después de la bomba de dosificación y se suministra a un dispositivo electrónico de regulación que controla el regulador de color a través de una válvula de regulación de la presión formada como válvula proporcional. En esta
15 instalación de revestimiento conocida, se regula como magnitud de regulación o bien la presión de salida del regulador de presión de color o el caudal de color.

20 En la instalación de revestimiento conocida, descrita anteriormente, resulta desventajoso, sin embargo, el desgaste de pieza constructiva de la bomba de dosificación y del regulador de presión de color, lo que conduce a una duración pequeña de estos componentes. Esto es válido, en particular, para el regulador de presión de color, cuyo anillo de obturación presenta, tras una determinada duración de funcionamiento, erosiones muy fuertes.

25 Además, pueden aparecer en las instalaciones de revestimiento convencionales imprecisiones de dosificación las cuales, en el caso extremo, conducen a un derribo de la corriente de barniz, lo que se pone de manifiesto en forma de fallos de revestimiento en los componentes que hay que revestir.

30 Por el documento DE 698 14 532 T2, se conoce una instalación de revestimiento en la cual la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación es minimizada con medios de regulación de la presión, para minimizar los molestos efectos de una pérdida en la bomba de dosificación. Esta instalación de revestimiento adolece también, sin embargo, de los inconvenientes descritos anteriormente.

35 Otra instalación de revestimiento es conocida por el documento WO 2005/072881 A1. En esta instalación de revestimiento se regula, sin embargo, la presión de salida de la bomba de dosificación a un valor teórico predeterminado. Esta instalación de revestimiento presenta, por lo tanto, asimismo las desventajas descritas anteriormente.

40 Por la patente US nº 3.584.977 se conoce un dispositivo de dosificación el cual se utiliza para añadir, durante la fabricación de nilón, un agente antiestático al nilón que fluye por la tubería. Este dispositivo de dosificación no es por lo tanto adecuado para su utilización en una instalación de revestimiento. Además, la bomba de dosificación no es alimentada al mismo tiempo con una presión de entrada determinada por un regulador de presión conectado anteriormente, sino por otra bomba de dosificación conectada anteriormente.

45 Además se conocen, por los documentos EP 0 697 317 B1 y EP 1 437 520 A2, procedimientos para el control de una presión de frenado en un vehículo automóvil o para el control de un embrague automático.

50 Por el documento JP 63 111 963 A, se conoce una instalación de revestimiento en la cual la diferencia de presión se mantiene constante a través de la bomba de dosificación. Para ello se mide la presión de medio de revestimiento a la salida de la bomba de dosificación y se controla de tal manera el regulador de presión de color a la entrada de la bomba de dosificación, dependiendo de la presión de medio de revestimiento medida corriente abajo, que la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación permanece constante. En esta instalación de revestimiento resulta desventajoso, sin embargo, el hecho de que el comportamiento de control debe estar concebido para un regulador de presión de color determinado y para un medio de revestimiento determinado, para que la presión diferencial se mantenga constante a lo largo de la bomba de dosificación. Un cambio del regulador de presión de color o la utilización de otro medio de revestimiento conducen por ello a que la presión diferencial ya no sea constante a lo largo de la bomba de dosificación.

55 Por el documento JP 09 029 147 A, se conoce además una instalación de revestimiento en la cual se minimiza la desviación teórico-real de la presión de medio de revestimiento a la salida de la bomba de dosificación. De esta publicación no se puede desprender, sin embargo, que la diferencia de presión deba ser mantenida constante a lo largo de la bomba de dosificación. Esta instalación de revestimiento conocida adolece, por lo tanto, asimismo de los inconvenientes descritos anteriormente.

60 La invención se plantea, por lo tanto, el problema de mejorar correspondientemente la instalación de revestimiento conocida.

65 Este problema se resuelve mediante una instalación de revestimiento y un procedimiento de funcionamiento correspondiente según las reivindicaciones agregadas.

La presente invención se basa en el conocimiento técnico de que la carga de los componentes de la bomba de dosificación y del regulador de presión de color es causado, en la instalación de revestimiento conocida descrita al

ES 2 329 705 T3

principio, porque la diferencia de presión, que cae a lo largo de la bomba de dosificación, oscila fuertemente durante el funcionamiento de revestimiento. Esto conduce, en el caso de una gran diferencia de presión (es decir, la presión antes de la bomba de dosificación es mucho mayor que la presión después de la bomba de dosificación) a una tasa de salida mayor en caso de variaciones del flujo volumétrico pequeñas (denominadas “Brushes”), como se desea, lo que es causado por un resbalamiento de la bomba. En el caso de una diferencia de presión negativa (es decir, la presión antes de la bomba de dosificación es menor que la presión después de la bomba de dosificación) conducen a las oscilaciones de la diferencia de presión, por el contrario, a un suministro insuficiente del volumen de barniz necesario lo que, en el peor de los casos, provoca molestos desprendimientos de barniz. Además, las oscilaciones de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación contribuyen también a una carga mecánica no deseada de la bomba de dosificación y del regulador de presión de color.

La diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación y con ello las molestas imprecisiones de dosificación y cargas mecánicas no se ven influidas, sin embargo, únicamente por la cantidad oscilante del medio de revestimiento suministrado. Más bien varía la diferencia de presión también durante un cambio a un medio de revestimiento con otra viscosidad o durante el montaje de otro regulador de presión de color con otra relación de multiplicación de presión.

La invención comprende, por ello, la enseñanza técnica general de mantener lo más constante posible la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación durante el funcionamiento de revestimiento, independientemente de la cantidad de medio de revestimiento suministrada, de la viscosidad del medio de revestimiento y/o de la relación de multiplicación de presión del regulador de presión de color utilizado, con el fin de evitar los efectos negativos descritos sobre la precisión de dosificación y la duración de los componentes utilizados.

La instalación de revestimiento según la invención presenta, por ello, una unidad de control, la cual controla el regulador de presión y que como magnitud de control ajusta, a un valor teórico esencialmente constante, la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación, independientemente de la cantidad transportada por la bomba de dosificación. En la invención es, por lo tanto, la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación la magnitud de control, mientras que por el contrario en el estado de la técnica, descrito al principio, se regulan la presión de salida del regulador de presión o el caudal de color.

Según la invención, el mantenimiento constante de la presión diferencial tiene lugar, a lo largo de la bomba de dosificación, mediante una unidad de control, es decir sin una medición y retroacoplamiento del valor real de la diferencia de presión. En un control de la diferencia de presión frente a una regulación de la diferencia de presión es ventajosa la falta de tendencia a la oscilación, la forma de realización técnica sencilla, la rápida reacción a los saltos de presión y a las variaciones de cantidad de color y que se hace posible una compensación del tiempo muerto de la válvula proporcional.

En un ejemplo de forma de realización preferido de la invención se utiliza, sin embargo, para el mantenimiento constante de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación un llamado control de parámetros, es decir ninguna regulación, de manera que el valor real de la diferencia de presión no tiene que ser medido a lo largo de la bomba de dosificación.

Para ello está previsto, en el ejemplo de forma de realización preferido de la invención, un primer sensor de presión, el cual mide la presión de medio de revestimiento corriente abajo de la bomba de dosificación, es decir, a la salida de la bomba de dosificación. La presión de medio de revestimiento medida a la salida de la bomba de dosificación es suministrada a la unidad de control, que controla de tal manera el regulador de presión, dependiendo de la presión de medio de revestimiento medida corriente abajo después de la bomba de dosificación, en correspondencia con un comportamiento de control predeterminado, que la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación adopta y mantiene constante el valor teórico predeterminado.

El control del regulador de presión mediante una unidad de control tiene lugar en el ejemplo de forma de realización preferido de la invención directamente a través de una válvula proporcional intercalada, lo que es en sí conocido del estado de la técnica mencionado al principio. La válvula proporcional es controlada al mismo tiempo eléctricamente por parte de la unidad de control y controla, por un lado, neumáticamente el regulador de presión de color.

El comportamiento de control de la unidad de control está predeterminado preferentemente mediante una curva característica de control, esencialmente lineal, definiendo la curva característica de control la relación entre la presión medida a la salida de la bomba de dosificación y la magnitud de control resultante de ello para el regulador de presión o la válvula proporcional intercalada. La curva característica lineal de control presenta al mismo tiempo un valor de sección de eje predeterminado y una inclinación predeterminada, siendo fijado el valor de sección de eje preferentemente dependiendo del valor teórico deseado de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación y la relación de multiplicación de presión real del sistema en la válvula proporcional y el regulador de presión de color, mientras que la inclinación de la curva característica de control, es predeterminada, preferentemente, dependiendo de la relación de transformación del sistema formado por la válvula proporcional y el regulador de presión. Para la curva característica de control es válida por lo tanto:

$$kd = k1 + k2 \cdot p_H$$

ES 2 329 705 T3

con

kd: magnitud de control para el control de la válvula proporcional,

5 P_H: presión medida después de la bomba de dosificación,

k1: valor de sección de eje de la curva característica de control,

10 k2: inclinación de la curva característica de control.

Los parámetros de control k1 y k2 de la curva característica de control están ajustados al mismo tiempo de la siguiente manera, con el fin de ajustar la diferencia de presión deseada a lo largo de la bomba de dosificación:

$$15 \quad k1 = \frac{\Delta p_{\text{Teórico}}}{\eta}$$

$$20 \quad k2 = \frac{1}{\eta}$$

25 con

$\Delta p_{\text{teórico}}$: valor teórico de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación,

30 η : relación de transformación del sistema formado por el regulador de presión y la válvula proporcional conectada con anterioridad.

35 En un ajuste de los parámetros de control k1, k2 a los valores mencionados con anterioridad se ajusta, independientemente de la cantidad transportada, la diferencia de presión deseada a lo largo de la bomba de dosificación, como resulta de la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned} 40 \quad \Delta p &= p_V - p_H \\ &= \eta \cdot kd - p_H \\ &= \eta \cdot (k1 + k2 \cdot p_H) - p_H \\ &= \eta \cdot k1 + (\eta \cdot k2 - 1) \cdot p_H \\ 45 \quad &= \Delta p_{\text{Teórico}} \end{aligned}$$

50 El ajuste exacto de los parámetros de control K1, K2 óptimos presupone, sin embargo, el conocimiento de la relación de transformación η del sistema formado por una válvula proporcional y el regulador de presión. En caso de un cambio del regulador de presión o para un cambio a un medio de revestimiento con otra viscosidad la relación de transformación η no es sin embargo conocida, de manera que los parámetros de control k1, k2 deben ser determinados. La determinación de los parámetros de control k1 y k2 tiene lugar, preferentemente, en el marco de una adaptación, siendo medida y evaluada también la presión de medio de revestimiento corriente arriba antes de la bomba de dosificación. La adaptación del comportamiento de control tiene lugar entonces mediante una unidad de adaptación la cual está conectada, por el lado de entrada, con los dos sensores de presión y adapta el comportamiento de control de la unidad de control, dependiendo de la presión de medio de revestimiento medida corriente arriba antes de la bomba de dosificación y de la presión de medio de revestimiento medida corriente abajo después de la bomba de dosificación.

60 La adaptación del comportamiento de control de la unidad de control tiene lugar, preferentemente, de forma iterativa y/o recursiva. Una adaptación iterativa del comportamiento de control significa que el comportamiento de control es aproximado, uno tras otro, en varias etapas al comportamiento de control óptimo, que es necesario, para mantener la diferencia de presión constante a lo largo de la bomba de dosificación. Una adaptación recursiva en el sentido de la invención significa que a partir del comportamiento de control actual de la unidad de control se calcula en cada caso un comportamiento de control mejor.

ES 2 329 705 T3

La adaptación del comportamiento de control de la unidad de control puede tener lugar durante el funcionamiento de revestimiento normal o en fases de adaptación separadas. Además, la adaptación puede tener lugar constantemente durante el funcionamiento de revestimiento normal o en intervalos de tiempo determinados.

5 Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención están caracterizados en las reivindicaciones subordinadas o se explican a continuación con mayor detalle, a partir de las Figuras, junto con la descripción del ejemplo de forma de realización preferido, en las que:

10 la Figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación de revestimiento según la invención, así como

la Figura 2 muestra el procedimiento de adaptación, para la adaptación del comportamiento de control, en forma de un diagrama de flujo.

15 La instalación de revestimiento según la invención, representada esquemáticamente en la Figura 1, coincide parcialmente con el estado de la técnica, descrito al principio, según el documento EP 1 287 900 A2 y presenta un pulverizador 1 convencional el cual es alimentado con pintura a través de una bomba de dosificación 2 que funciona volumétricamente, estando conectada la bomba de dosificación 2 a través de un regulador de presión de color 3 a una conducción de color 4, la cual suministra una presión de color $P_{\text{pintura}} \approx 8$ bar.

20 El regulador de presión de color 3 puede estar formado de manera convencional, lo que se describe por ejemplo en el documento EP 1 376 289 A1, de manera que el contenido de esta publicación se puede sumar, en toda su extensión, a la presente descripción.

25 Durante el funcionamiento, el regulador de presión de color 3 regula, a la entrada de la bomba de dosificación 2, una presión de color p_v dependiendo de una presión de control p_{CONTROL} , que es suministrada al regulador de presión de color 3 a través de una válvula proporcional 5, estando la válvula proporcional 5 conectada a una conducción de aire de control 6, que suministra una presión de aire de control $p_{\text{AIRE}} \approx 10$ bar.

30 La válvula proporcional 5 es controlada por una unidad de control 7 con una señal de control k_d , presentando el sistema formado por la válvula proporcional 5 y el regulador de presión de color 3 una relación de transformación $\eta = p_v/k_d$, es decir que en caso de un control de la válvula proporcional 5 con la señal eléctrica de control k_d se ajusta, a la salida del regulador de presión de color 3, una presión de medio de revestimiento $p_v = k_d \cdot \eta$.

35 Para el control de la válvula proporcional 5 la unidad de control tiene en cuenta la presión de medio de revestimiento p_H a la salida de la bomba de dosificación 2, siendo medida la presión p_H por un sensor de presión 8. El control de la válvula proporcional 5 por la unidad de control 7 tiene lugar entonces correspondientemente según la curva característica lineal de control siguiente:

$$40 \quad k_d = k_1 + k_2 \cdot p_H$$

Los parámetros de control k_1 y k_2 son ajustados al mismo tiempo como sigue:

$$45 \quad k_1 = \frac{\Delta p_{\text{Teórico}}}{\eta}$$

$$50 \quad k_2 = \frac{1}{\eta}$$

55 En un ajuste óptimo de este tipo de los parámetros de control k_1 , k_2 se ajusta a continuación, a lo largo de la bomba de dosificación 2, la diferencia de presión $\Delta p_{\text{Teórico}}$ deseada, tal como se pone de manifiesto a partir de la siguiente deducción:

$$\begin{aligned} 60 \quad \Delta p &= p_v - p_H \\ &= \eta \cdot k_d - p_H \\ &= \eta \cdot (k_1 + k_2 \cdot p_H) - p_H \\ 65 \quad &= \eta \cdot k_1 + (\eta \cdot k_2 - 1) \cdot p_H \\ &= \Delta p_{\text{Teórico}} \end{aligned}$$

ES 2 329 705 T3

La determinación de los valores óptimos de los parámetros de control $k1$ y $k2$ supone sin embargo el conocimiento de la relación de transformación η del sistema formado por la válvula proporcional 5 y el regulador de presión de color 3. Tras el cambio del regulador de presión de color 3 por otro regulador de presión de color con una relación de multiplicación de presión diferente los parámetros de control $k1$, $k2$ deben ser adaptados, por este motivo, a la relación de multiplicación de presión modificada del regulador de presión de color 3. También en el caso de un cambio del medio de revestimiento utilizado y una variación, condicionada por ello, de la viscosidad del medio de revestimiento varía la relación de transformación η lo que hace necesaria, asimismo, una adaptación de los parámetros de control $k1$, $k2$.

La instalación de revestimiento según la invención presenta, por este motivo, una unidad de adaptación 9, la cual está conectada con un sensor de presión 8 y que además mide, a través de otro sensor de presión 10, la presión de medio de revestimiento p_v antes de la bomba de dosificación 2. La unidad de adaptación 9 adapta a continuación los parámetros de control $k1$, $k2$, en el marco de un procedimiento de adaptación, el cual está representado en la Figura 2 en forma de diagrama de flujo y que se describe a continuación.

Durante la primera adaptación de los parámetros de control se inicializan, en primer lugar, los valores para la relación de transformación η , el valor teórico $\Delta p_{\text{teórico}}$ para la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación 2 y los valores iniciales $k1_{\text{viejo}}$ y $k2_{\text{viejo}}$ para los parámetros de control $k1$ y $k2$, basándose las predeterminaciones en presunciones acerca de las relación de transformación η .

A continuación, se espera a un denominado Brush, el cual dura más de un segundo. Al mismo tiempo se trata de una variación de flujo volumétrico en la corriente de medio de revestimiento suministrada, que se basa en una abertura de la aguja principal del pulverizador 1. El hecho de tener en cuenta únicamente Brushes que duran relativamente mucho con una duración de más de 1 segundo tiene sentido, dado que la duración de Brushes más cortos no es suficiente para dejar que se extingan procesos de respuesta.

A continuación la unidad de adaptación 9 mide, mediante los dos sensores de presión 8, 10, la presión p_{v1} antes de la bomba de dosificación 2 y la presión p_{H1} después de la bomba de dosificación 2. Además, la unidad de adaptación registra en este primer punto de funcionamiento también la cantidad de color F_{m1} . Los valores p_{v1} , p_{v2} y F_{m1} están disponibles sin más en el control y no tiene que ser por ello medidos adicionalmente.

A continuación, se espera el siguiente Brush, el cual dura más de un segundo y por ello no está afectado ya de procesos de respuesta.

En este segundo punto de funcionamiento, se vuelven a leer y almacenar los valores P_{v2} , P_{H2} y F_{m2} para la presión p_v antes de la bomba de dosificación 2, la presión p_H después de la bomba de dosificación 2 y la cantidad de color F_m del control. Por lo tanto se puede aprovechar aquí también que los valores p_{v2} , p_{H2} y F_{m2} están disponibles sin más y que por ello no tienen que ser medidos adicionalmente.

A continuación, se comprueba si los dos puntos de funcionamiento están suficientemente distanciados entre sí, con el fin de hacer posible una medición representativa. Además, se forma el valor absoluto de la diferencia $F_{m1} - F_{m2}$ de las cantidades de color medidas en los dos puntos de funcionamiento tomados para la adaptación y se compara con un valor mínimo. Si la distancia entre ambos puntos de funcionamiento, formada de esta manera, es demasiado pequeña se elimina el segundo punto de funcionamiento.

En caso contrario, se calcula a continuación, a partir de los valores $k1_{\text{viejo}}$, $k2_{\text{viejo}}$ de los parámetros de control existentes hasta ahora valor $k1_{\text{NUEVO}}$, $k2_{\text{NUEVO}}$ optimizados de acuerdo con las fórmulas siguientes:

$$k2_{\text{Nuevo}} = k2_{\text{viejo}} \cdot \frac{PH1 - PH2}{PV1 - PV2}$$

$$k1_{\text{Nuevo}} = K_{\text{viejo}} \frac{\Delta p_{\text{Teórico}}}{PV1 - \frac{PV1 - PV2}{PH1 - PH2} \cdot PH1}$$

A continuación la unidad de control 7 trabaja entonces con los valores $k1_{\text{NUEVO}}$ y $k2_{\text{NUEVO}}$ optimizados de los parámetros de control, repitiéndose constantemente la adaptación de los parámetros de control $k1$, $k2$, representada en la Figura 2, durante el funcionamiento de revestimiento, con el fin de optimizar el comportamiento de control, de la unidad de control 7 y conseguir que la diferencia de presión Δp a lo largo de la bomba de dosificación 2 mantenga, de la manera lo más precisa posible, el valor teórico $\Delta p_{\text{teórico}}$ predeterminado.

ES 2 329 705 T3

Las fórmulas para la adaptación de los parámetros de control k_1 , k_2 , mencionadas anteriormente, resultan de la deducción matemático-física siguiente:

$$k_d = k_1 + k_2 \cdot p_H \quad (1)$$

$$p_V = k_d \cdot \eta \quad (2)$$

$$\Delta p = p_V - p_H \quad (3)$$

con

k_d : magnitud de control para el control de la válvula proporcional 5,

p_V : presión medida antes de la bomba de dosificación 2,

p_H : presión medida después de la bomba de dosificación 2,

k_1 : valor de sección de eje de la curva característica de control,

k_2 : inclinación de la curva característica de control,

$\Delta p_{\text{teórico}}$: valor teórico de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación 2,

Δp : valor real de la diferencia de presión a lo largo de la bomba de dosificación 2,

η : relación de transformación del sistema formado por el regulador de presión 3 y la válvula proporcional 5 conectada previamente.

De las ecuaciones (1) y (2) resulta:

$$p_V = (k_1 + k_2 \cdot p_H) \cdot \eta \quad (4)$$

A continuación, se consideran dos puntos de funcionamiento con cantidades de color F_{m1} , F_{m2} diferentes y diferentes presiones de medio de revestimiento p_{V1} , p_{V2} , p_{H1} y p_{H2} , antes y después de la bomba de dosificación, entonces se cumple, según la ecuación (4), para los dos puntos de funcionamiento, en cada caso que:

$$p_{V1} = (k_1 + k_2 \cdot p_{H1}) \cdot \eta \quad (5)$$

$$p_{V2} = (k_1 + k_2 \cdot p_{H2}) \cdot \eta \quad (6)$$

De las ecuaciones (5) y (6) resulta entonces para el parámetro de control k_2 :

$$k_2 = \frac{p_{V1} - p_{V2}}{\eta \cdot (p_{H1} - p_{H2})} \quad (7)$$

Para el valor viejo $k_{2\text{viejo}}$, no optimizado, del parámetro de control k_2 es válido directamente que:

$$k_{2\text{viejo}} = \frac{p_{V1} - p_{V2}}{\eta \cdot (p_{H1} - p_{H2})} \quad (8)$$

ES 2 329 705 T3

Para el nuevo valor $k2_{\text{Nuevo}}$, optimizado, del parámetro de control $k2$ es válido entonces, teniendo en cuenta la ecuación (3) que se cumple para un comportamiento de control óptimo, que:

$$k2_{\text{Nuevo}} = \frac{(PH1 + \Delta p) - (PH2 + \Delta p)}{\eta \cdot (PH1 - PH2)} \quad (9)$$

De las ecuaciones (8) y (9) resulta a continuación la fórmula de adaptación para la adaptación del parámetro de control $k2$:

$$k2_{\text{Nuevo}} = k2_{\text{Viejo}} \cdot \frac{PH1 - PH2}{PV1 - PV2} \quad (10)$$

A continuación se describe la deducción de la fórmula de adaptación para el parámetro de control $k1$. De las ecuaciones (1), (2) y (3) resulta:

$$k1 = \frac{pV}{\eta} - k2 \cdot p_H \quad (11)$$

Si se sustituye la ecuación (6) en la ecuación (11), se obtiene para el valor viejo $k1_{\text{Viejo}}$, no optimizado, del parámetro de control $k1$ en el punto de funcionamiento 1 con $pV1$, p_H1 y F_{m1} :

$$k1_{\text{Viejo}} = \frac{pV1}{\eta} - \frac{pV1 - pV2}{\eta \cdot (PH1 - PH2)} \cdot PH1 \quad (12)$$

Para el nuevo valor óptimo $k1_{\text{Nuevo}}$ adaptado debe cumplirse por el contrario que:

$$k1_{\text{Nuevo}} = \frac{\Delta p_{\text{Teórico}}}{\eta} \quad (13)$$

De las ecuaciones (12) y (13) resulta entonces, finalmente, la fórmula de adaptación para la adaptación del parámetro de control $k1$:

$$k1_{\text{Nuevo}} = k1_{\text{Viejo}} \frac{\Delta p_{\text{Teórico}}}{\frac{pV1 - pV2}{PH2 - PH2} \cdot PH1} \quad (13)$$

La invención no está limitada al ejemplo de forma de realización preferido descrito anteriormente. Es posible llevar a cabo un gran número de variantes y modificaciones las cuales utilizan asimismo la idea de la invención y están comprendidas, por ello, en el alcance de protección.

Lista de signos de referencia

- 1 pulverizador
- 2 bomba de dosificación
- 3 regulador de presión de color

ES 2 329 705 T3

	4	conducción de color
	5	válvula proporcional
5	6	conducción de aire de control
	7	unidad de control
	8	sensor de presión
10	9	unidad de adaptación
	10	sensor de presión
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		
55		
60		
65		

REIVINDICACIONES

5 1. Instalación de revestimiento para el revestimiento de componentes con un medio de revestimiento, en particular instalación de pintado para el pintado de unas piezas de carrocería de vehículo automóvil, que comprende

- a) una bomba de dosificación (2), la cual dosifica el medio de dosificación con una cantidad transportada (F_m) determinada, así como con
- 10 b) un regulador de presión (3), el cual está dispuesto corriente arriba de la bomba de dosificación (2) y que ajusta la presión del medio de revestimiento (p_v) a la entrada de la bomba de dosificación (2),
- c) un primer sensor de presión (8), que mide la presión de medio de revestimiento (p_H) corriente arriba después de la bomba de dosificación (2),
- 15 d) un segundo sensor de presión (10), que mide la presión de medio de revestimiento (p_v) corriente arriba antes de la bomba de dosificación (2),

caracterizada porque presenta

- 20 e) una unidad de control (7), la cual controla el regulador de presión (3) y que ajusta como magnitud de control la diferencia de presión (Δp) a lo largo de la bomba de dosificación (2) independientemente de la cantidad transportada de la bomba de dosificación (2) a un valor teórico ($\Delta p_{teórico}$) esencialmente constante, controlando la unidad de control (7) el regulador de presión (3) dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_H) medida corriente arriba después de la bomba de dosificación (2) en correspondencia con un comportamiento de control predeterminado sin retroacoplamiento de la diferencia de presión (Δp), de tal manera que la diferencia de presión (Δp) sobre la bomba de dosificación (2) adopta el valor teórico ($\Delta p_{teórico}$) predeterminado, estando la diferencia de presión (Δp) a lo largo de la bomba de dosificación (2) comprendido entre 0,5 y 1,5 bar,
- 30 f) una unidad de adaptación (9), la cual está conectada al principio con ambos sensores de presión (8, 10) y que adapta el comportamiento de control de la unidad de control (7), dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_v) corriente arriba antes de la bomba de dosificación (2) y de la presión de medio de revestimiento corriente abajo después de la bomba de dosificación (2).

35 2. Instalación de revestimiento según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la unidad de control (7) controla el regulador de presión (3) dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_H), medida corriente arriba después de la bomba de dosificación (2), en correspondencia con una curva característica de control esencialmente lineal.

40 3. Instalación de revestimiento según la reivindicación 2, **caracterizada** porque la curva característica de control presenta un valor de sección de eje (k_1) predeterminado y una inclinación (k_2) predeterminada, correspondiendo el valor de sección de eje (k_1) a un valor teórico ($\Delta p_{teórico}$) predeterminado de la diferencia de presión sobre el regulador de presión (3).

45 4. Instalación de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque

- a) la unidad de adaptación (9) adapta el comportamiento de control de la unidad de control (7) de forma iterativa y/o recursiva, y/o
- 50 b) la unidad de adaptación (9) adapta el comportamiento de control de la unidad de control (7) durante el funcionamiento de revestimiento normal, y/o
- c) la unidad de adaptación (9) adapta el comportamiento de control de la unidad de control (7) constantemente o en intervalos de tiempo determinados.

55 5. Instalación de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la unidad de control (7) controla el regulador de presión (3) directamente sin un circuito de regulación intercalado.

60 6. Instalación de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la diferencia de presión presenta un intervalo de tolerancia de +/- 1 bar.

65 7. Instalación de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la unidad de control (7) controla el regulador de presión (3) a través de una válvula proporcional (5), controlando la unidad de control (7) la válvula proporcional (5) eléctricamente, mientras que la válvula proporcional (5) controla el regulador de presión (3) neumáticamente.

ES 2 329 705 T3

8. Instalación de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque

- a) la bomba de dosificación (2) alimenta un aparato de aplicación (1) con el medio de revestimiento, y/o
- b) el aparato de aplicación (1) es un pulverizador de rotación.

9. Procedimiento de funcionamiento para una instalación de revestimiento para el revestimiento de componentes con un medio de revestimiento, en particular para el revestimiento de piezas de carrocería de vehículo automóvil, con las siguientes etapas:

- a) dosificar la cantidad del medio de revestimiento mediante una bomba de dosificación (2) en correspondencia con una cantidad transportada (F_m) predeterminada,
- b) regular la presión de medio de revestimiento (p_v) corriente arriba antes de la bomba de dosificación (2) mediante un regulador de presión (3),
- c) medir la presión de medio de revestimiento (p_H) corriente arriba después de la bomba de dosificación (2) mediante un primer sensor de medición (8),
- d) medir la presión de medio de revestimiento (p_v) corriente arriba de la bomba de dosificación (2),

caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- e) controlar la diferencia de presión (Δp) que cae a lo largo de la bomba de dosificación (2) como magnitud de control a un valor teórico ($\Delta p_{teórico}$) predeterminado, independientemente de la cantidad transportada (F_m) de la bomba de dosificación (2) mediante un control del regulador de presión (3) en correspondencia con un comportamiento de control predeterminado dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_H) medida corriente abajo después de la bomba de dosificación (2) sin retroacoplamiento de la diferencia de presión (Δp), siendo el regulador de presión (3) controlado de tal manera que la diferencia de presión (Δp) a lo largo del regulador de presión (3) es, independientemente de la cantidad transportada (F_m), esencialmente constante y está en un intervalo comprendido entre 0,5 bar y 1,5 bar,
- f) adaptar el comportamiento de control, dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_H) medida, después de la bomba de dosificación (2) y a la presión de medio de revestimiento (p_v) medida delante de la bomba de dosificación (2).

10. Procedimiento de funcionamiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque

- a) el regulador de presión (3) es controlado dependiendo de la presión de medio de revestimiento (p_H) medida corriente abajo después de la bomba de dosificación (2) en correspondencia con una curva característica de control esencialmente lineal, y/o
- b) la curva característica de control presenta un valor de sección de eje (k_1) predeterminado y una inclinación (k_2) predeterminada, siendo fijado el valor de sección de eje (k_1) de la curva característica de control en correspondencia con la diferencia de presión deseada a lo largo del regulador de presión (3).

11. Procedimiento de funcionamiento según una de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado** porque el comportamiento de control es adaptado de forma iterativa y/o recursiva.

12. Procedimiento de funcionamiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** porque

- a) el comportamiento de control es adaptado durante el funcionamiento de revestimiento normal, y/o
- b) el comportamiento de control es adaptado constantemente o en intervalos de tiempo determinados, y/o
- c) el comportamiento de control es adaptado tras un cambio del regulador de presión (3) y/o tras un cambio del medio de revestimiento.

13. Procedimiento de funcionamiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizado** porque para la adaptación del comportamiento de control se tienen en cuenta únicamente variaciones de cantidad transportada, las cuales presentan una determinada duración mínima.

ES 2 329 705 T3

14. Procedimiento de funcionamiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, **caracterizado** porque comprende las siguientes etapas:

- 5 a) medir la presión de medio de revestimiento (p_{V1}) antes de la bomba de dosificación (2) y de la presión de medio de revestimiento (p_{H1}) después de la bomba de dosificación (2) para una primera cantidad transportada (F_{m1}) de la bomba de dosificación (2),
- 10 b) medir la presión de medio de revestimiento (p_{V2}) antes de la bomba de dosificación (2) y de la presión de medio de revestimiento (p_{H2}) después de la bomba de dosificación (2) para una primera cantidad transportada (F_{m2}) de la bomba de dosificación (2),
- 15 c) adaptar el comportamiento de control de la unidad de control (7), sobre la base de las presiones de medio de revestimiento ($P_{V1}, P_{H1}, P_{V2}, P_{H2}$) medidas para las cantidades transportadas (F_{m1}, F_{m2}), antes y después de la bomba de dosificación (2).

15. Procedimiento de funcionamiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado** porque el comportamiento de control tiene en cuenta como magnitud variable exclusivamente la presión de medio de revestimiento (p_H) medida corriente abajo después de la bomba de dosificación (2).

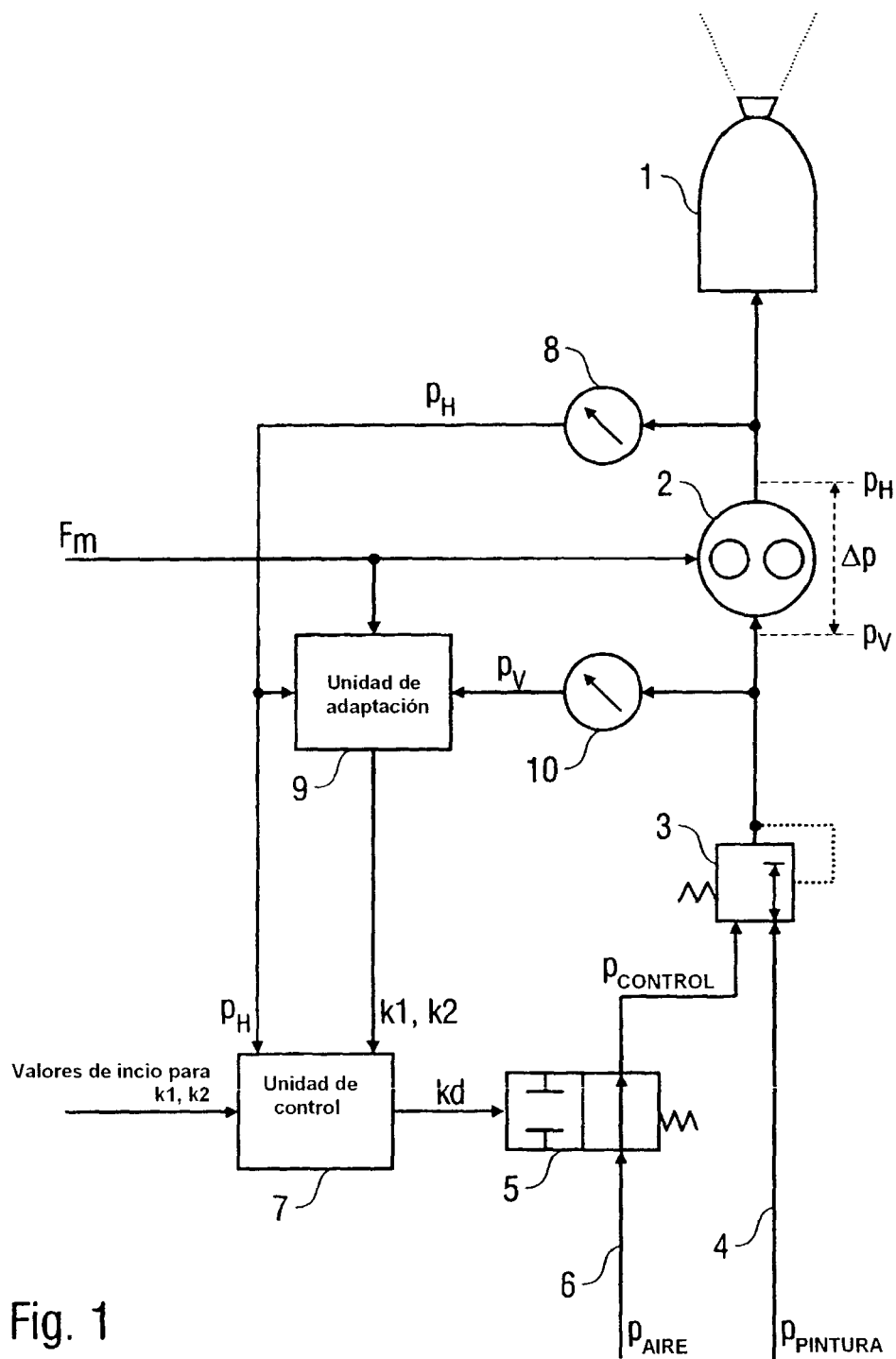


Fig. 1

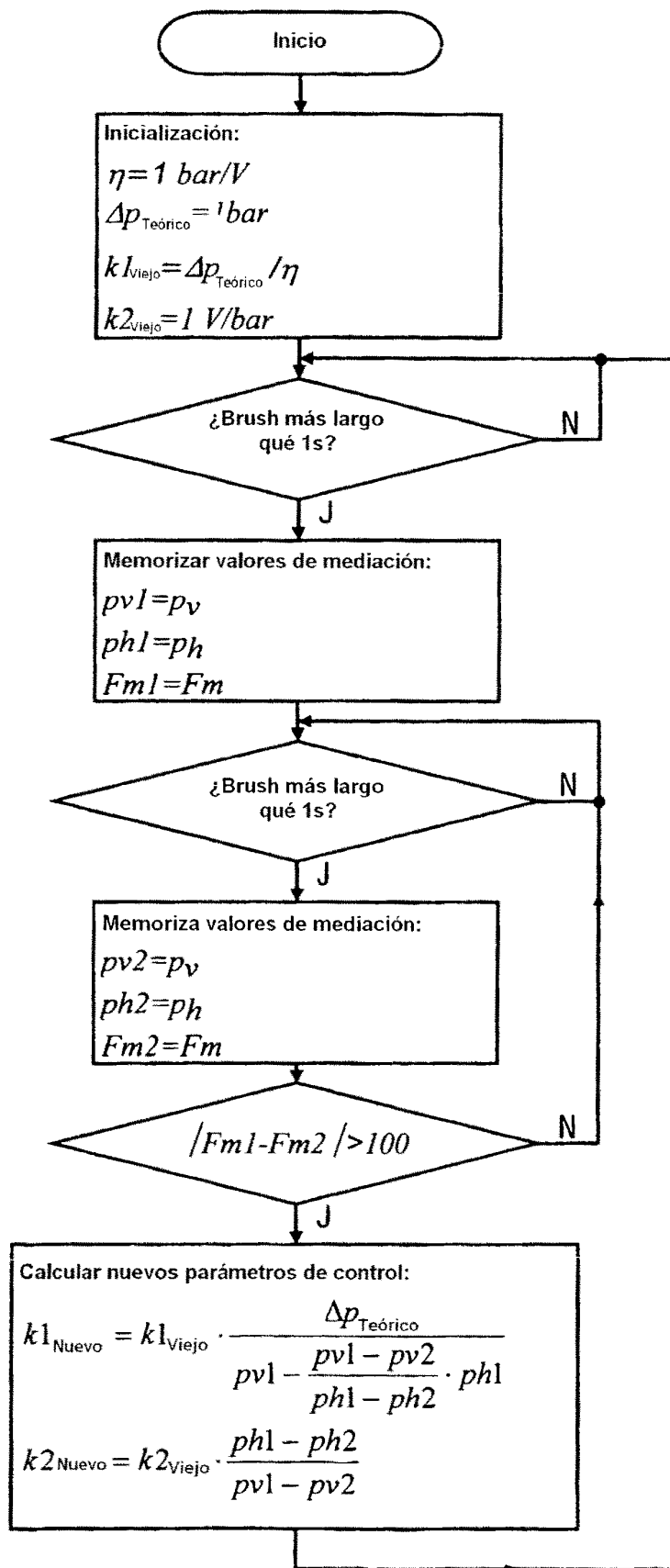


Fig. 2