



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 270 771**

51 Int. Cl.:  
**B05B 12/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00123535 .7**

86 Fecha de presentación : **27.10.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1095707**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2001**

54 Título: **Disposición de válvulas de cambio de color y procedimiento para el lavado de un cambiador de color.**

30 Prioridad: **29.10.1999 DE 199 51 956**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.04.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.04.2007**

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

72 Inventor/es: **Appel, Thomas y**  
**Baumann, Michael**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 270 771 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

Disposición de válvulas de cambio de color y procedimiento para el lavado de un cambiador de color.

La presente invención se refiere disposición de válvulas de cambio de color con un bloque de válvulas según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para el lavado de una disposición de válvulas de este tipo.

Los bloques de válvulas de cambio de color o, de manera abreviada, los cambiadores de color posibilitan en las instalaciones de barnizado para el revestimiento en serie de piezas de trabajo, como por ejemplo vehículos automóviles, un cambio rápido, durante el funcionamiento de barnizado, de un color a otro y constan, principalmente, de un cierto número de válvulas de color controlables las cuales están distribuidas a lo largo de un canal de color común a todos los colores. A la salida del canal de color puede estar dispuesto un regulador de la presión del color, a través del cual el material de color, por ejemplo a través de una bomba de dosificación, llega a un pulverizador. Antes del cambio a un nuevo color es en cada caso necesario limpiar todas las partes que conducen color en y después del cambiador de color. Para la limpieza se abre usualmente, en primer lugar, una válvula de aire a presión, la cual se encuentra en el extremo del canal de color opuesto a la salida y, mediante el aire a presión, se empuja el color residual a un canal de retorno y desde allí a un recipiente colector. A continuación se abren, en el cambio, una válvula para un agente de lavado, que se encuentra en el mismo extremo del canal de color que la válvula de aire a presión, por ejemplo un líquido diluyente y, de nuevo, la válvula de aire a presión, y con la mezcla agente de lavado-aire formada de este modo se limpian de restos de color el canal de color del cambiador de color y el recorrido hasta una conducción de retorno en el pulverizador. Asimismo, en el extremo del canal de color opuesto a la salida puede estar prevista, adicionalmente, una válvula de ventilación para ventilar el cambiador de color al impulsar un nuevo color. La estructura y la forma de funcionamiento de los cambiadores de color de este tipo están descritos en DÜRR, Technisches Handbuch, Einführung in die Technik der PKW-Lackierung (April 1999).

En las instalaciones de revestimiento en serie para un gran número de colores diferentes y con cambio de color frecuente tienen gran importancia tiempos de cambio de color y de lavado cortos con pérdidas de agente de lavado y color lo más pequeñas posible. En los cambiadores de color conocidos son necesarios sin embargo, para un gran número de colores, los cuales condicionan correspondientemente una longitud constructiva muy grande del cambiador de color, y en especial en el caso de tonos de color difíciles de lavar, tiempos de lavado todavía relativamente largos y grandes cantidades de agente de lavado. El tiempo durante el cual es necesario lavar se determina en la práctica por métodos estándar para la observación del grado de limpieza.

El tiempo de lavado, si bien se puede reducir mediante una técnica especial de dos circuitos, en la cual en un circuito es lavado el cambiador de color y en el otro circuito lo es el recorrido hacia el pulverizador, sin embargo aumentan, a causa de las válvulas adicionales necesarias, la complejidad de instalación y control y el tamaño constructivo del cambiador de

color y, además, la cantidad de agente de lavado continua siendo relativamente alta.

Por el documento DE 32 21 326 A1 se conoce una disposición de válvulas de cambio de color en la cual, tanto al principio del canal de color del bloque de válvulas de cambio de color, común a todos los colores, como también en un bloque de válvulas de distribución de color, conectado después de este bloque de válvulas mediante una válvula de regulación de la presión de color, están dispuestas válvulas de lavado las cuales pueden introducir, opcionalmente, aire a presión, disolvente o una mezcla de ambos. Además, se conoce gracias a esta publicación una forma de realización modificada en la cual los medios de lavado fluyen a través del cambiador de color en la dirección opuesta a la dirección del color.

Una instalación de barnizado para carrocerías de vehículos automóviles con un cambiador de color, en cuyo canal de color se pueda conducir, mediante una válvula conectada antes del cambiador de color, alternativamente agente de lavado y asimismo aire que sirve para la limpieza, se conocía también por el documento JP 64-075058 A. En la conducción de salida que conduce hasta el pulverizador de este cambiador de color conocido están dispuestas una válvula de ventilación y otra válvula conectada después de la válvula de ventilación, la cual conduce agente de lavado y aire de limpieza a la sección de la conducción de salida conectada después de esta válvula.

Además, se conoce, por el documento FR 2619322, una instalación de revestimiento electrostática con un cambiador de color conectado antes de un elemento de aplicación, el cual contiene en el extremo de entrada de su canal de color una válvula de suministro de agente de lavado y, en el extremo de salida opuesto a éste, una válvula de aire a presión. El aire a presión sirve para el secado de la conducción de salida del cambiador de color que conduce al elemento de aplicación, a la que está conectada una válvula de ventilación.

La invención se plantea el problema de proponer una disposición de válvulas de cambio de color y un procedimiento para su lavado los cuales, sin una complejidad adicional esencial, hagan posible una reducción del tiempo de lavado y, a ser posible, también el consumo de agente de lavado.

Este problema se resuelve mediante las características de las reivindicaciones independientes.

La invención tiene la ventaja especial de que, a diferencia de los cambiadores de color conocidos comparables, no se necesitan válvulas adicionales para una reducción notable del tiempo de lavado y también de la cantidad de agente de lavado necesaria.

Una posibilidad de utilización preferida del cambiador de color que se describe en la presente memoria son las instalaciones de barnizado con color en las cuales está dispuesta, entre la salida de color del cambiador de color y un dispositivo de pulverización como, por ejemplo, uno de los pulverizadores de rotación o de aire o similares usuales, una bomba de dosificación que se puede lavar u otro dispositivo de dosificación, a la cual se suministra el material de revestimiento a través de un regulador de presión de color, pudiendo formar el propio regulador de presión de color el dispositivo de dosificación.

La invención se explica con mayor detalle a partir de un ejemplo de forma de realización representado en el dibujo, en el que:

la Fig. 1 muestra una representación esquemática de un cambiador de color según la invención para el suministro de color de un dispositivo de pulverización;

la Fig. 2A muestra un esquema de lavado de un cambiador de color conocido;

la Fig. 2B muestra el esquema de lavado de un cambiador de color comparable pero modificado según la invención; y

la Fig. 3 y la Fig. 4 muestran unas representaciones para la explicación de una tobera para inyectar disolvente en el cambiador de color.

El cambiador de color representado esquemáticamente en la Fig. 1 puede tener la estructura, en sí conocida, como bloque de válvulas 1, con módulos alineados discrecionalmente entre sí, para la formación de una carcasa con un canal de color 2 recto central y, en cada caso, cuerpos de válvula distribuidos a modo de hileras a lo largo de canal de color, en su caso, sobre lados opuestos. Los cuerpos de válvula contienen válvulas, que se pueden controlar por ejemplo neumáticamente, conectadas al canal de color 2, de las cuales sobresalen una válvula de agente de lavado V1 para la introducción controlada de diluyente, introducido en V como agente de lavado, en el cambiador de color, una válvula de aire pulsado PL1 para la introducción controlada de aire a presión, diferentes válvulas de color F1, F2, F3 ó Fn para la introducción de material de revestimiento F del color elegido en cada caso así como una válvula de ventilación RF2. Las restantes posiciones de válvula carecen de importancia para la explicación de la invención.

De forma en sí conocida está dispuesto un regulador de presión de color FDR en la salida 3 del canal de color 2, desde el cual conduce una conducción 4, a través de un dispositivo de dosificación por ejemplo una bomba de dosificación 5, hacia un pulverizador u otro elemento de aplicación Z, el cual está dotado con la válvula de retorno RF1 habitual. El regulador de presión de color FDR limita la presión de salida de la bomba. La bomba de dosificación 5, por ejemplo como bomba de rueda dentada, se puede lavar, a través de una válvula de agente de lavado V3, con diluyente V y está dotada con una válvula de derivación BY.

En cambiadores de color conocidos del tipo representado la válvula de aire pulsado que corresponde a PL1 se encuentra en las proximidades de la válvula de agente de lavado V1 en el extremo opuesto a la salida 3, situado en posición superior en la Fig. 1, del canal de color 2, por ejemplo en la posición de válvula X, de manera que el aire a presión y el agente de lavado fueron conducidos permanentemente en la misma dirección a través de canal de color. Hasta ahora se era de la opinión que las válvulas para el medio de lavado y el aire a presión debían encontrarse siempre al principio del cambiador de color, con el fin de garantizar un lavado de la totalidad del canal de color (como se afirma en el manual mencionado al principio).

Al contrario de ello, la válvula de aire pulsado PL1 se encuentra, según la Fig. 1, en el extremo de salida del canal de color 2 de manera que todas las válvulas de color F1 a Fn están dispuestas a lo largo del canal de color 2, entre la válvula de aire pulsado PL1 y las válvulas de agente de lavado y ventilación V1 ó RF2, que se encuentra en el extremo opuesto del canal de color.

Para el lavado del cambiador de color se abre primero la válvula de ventilación RF2 y acto seguido,

brevemente, la válvula de aire pulsado PL1, mientras que la válvula de agente de lavado V1 puede quedar todavía cerrada. El aire pulsado que circula hacia el interior empuja, en esta fase inicial, el material de color que se encuentra en el canal de color 2 del cambiador de color, con gran dinamismo, desde el extremo de salida del canal de color hacia su extremo de entrada y hacia la conducción de retorno 6, que conduce hacia el sistema de eliminación, conectada a la válvula de ventilación RF2. Cuando la válvula de ventilación RF2 es cerrada de nuevo antes de la válvula de aire pulsado PL1 fluye, por muy poco tiempo, la totalidad del aire pulsado hacia la salida 3 del cambiador de color, el cual puede quedar abierto durante la totalidad de la operación de limpieza. Preferentemente al mismo tiempo que el cierre de la válvula de aire pulsado PL1 se abre la válvula de agente de limpieza V1, de manera que el líquido diluyente fluye desde el extremo de entrada del canal de color hacia su salida y a través de ésta hasta una válvula de derivación (no representada) antes o después del elemento de aplicación Z. En los intervalos cambiantes siguientes de aire pulsado y diluyente se puede abrir en cada caso, en el mismo instante que la válvula de aire pulsado PL1, también la válvula de ventilación RF2 y con ello se puede aprovechar por completo el dinamismo del aire pulsado. La válvula de ventilación RF2 puede ser cerrada, sin embargo, de nuevo antes de la válvula de aire pulsado PL1, dado que es adecuado que la totalidad del aire pulsado sea forzada durante un breve intervalo de tiempo a través de la salida 3 del cambiador de color. A través del regulador de presión de color FDR puede fluir, también cuando la válvula de ventilación RF2 está abierta, una parte del aire pulsado, dependiente de las relaciones de presión, es decir, de la resistencia a la corriente del regulador de presión de color FDR y del sistema de conducción que se conecta, o de la mezcla aire-agente de lavado, en la dirección hacia el elemento de aplicación Z.

Dado que preferentemente durante la totalidad del desarrollo de la limpieza la salida 3 del cambiador de color queda abierta por el regulador de presión de color FDR, fluye, cuando la válvula RF2 está cerrada, la totalidad de la mezcla aire-agente de lavado hacia esta salida, y cuando se abre la válvula de ventilación RF2 invierte su dirección de circulación total o parcialmente, con lo cual resulta un efecto de limpieza adicional. Dado que la resistencia a la circulación en la dirección hacia la válvula RF2 es notablemente menor que a través del regulador de presión de color FDR hacia el elemento de aplicación, cuando la válvula RF2 está abierta el flujo volumétrico que fluye hacia el extremo de entrada del bloque de válvulas 1 es correspondientemente mayor que la corriente residual despreciablemente pequeña a través de la salida 3. Sin embargo, es también posible cerrar el regulador de presión de color FDR al abrir la válvula RF2.

Por consiguiente se puede invertir, total o parcialmente, de acuerdo con una particularidad del procedimiento, durante la operación de lavado necesario durante el cambio de color, brevemente, la dirección de circulación de un medio de lavado (disolvente o aire o mezcla de ambos). La inversión no exige el cierre del elemento de cierre o, en el ejemplo considerado, de la salida 3, sino que puede conseguirse, mediante la apertura de una salida adicional, aquí de la válvula de ventilación RF2 y las relaciones de presión que varían con ello. La inversión de la dirección de circu-

lación se puede conseguir, en principio, también con las disposiciones de válvulas de aire y de diluyente que divergen del ejemplo de realización aquí descrito.

El control del desarrollo del funcionamiento descrito mediante la apertura y el cierre de las válvulas tiene lugar de forma automática de acuerdo con un programa de lavado estructurado correspondientemente, por ejemplo, según la Fig. 2B.

Mediante el cambio de posición de la válvula de aire pulsado directamente en la salida de color 3 del cambiador de color y la utilización de una válvula de ventilación RF2 en el extremo opuesto del cambiador de color, la limpieza del cambiador de color se hace mucho más eficiente que en el caso de las disposiciones de válvulas comparables conocidas. Esto lo muestra una comparación de los desarrollos de los programas, representados en la Fig. 2A para el caso conocido y en la Fig. 2B para la invención, donde por completitud se muestra en cada caso en la parte izquierda la impulsión del color (rojo) que ensucia el cambiador de color. Los períodos de apertura de las diferentes válvulas están representados en cada caso en negro. Los valores de la presión del diluyente y del aire pulsado (por ejemplo en cada caso de 10 bar) así como el ajuste del regulador de presión de color (por ejemplo de 6 bar) son ambos casos iguales.

Como se puede reconocer, mediante la invención se reduce notablemente el tiempo de lavado (de 9,2 s a 5,8 s). Simultáneamente, se reduce también la cantidad de agente de lavado necesaria (en el caso estudiado de 283 g a 168 g, de los cuales en el primer caso 265 g y en el segundo caso 140 g recaen sobre el retorno a través de la válvula de retorno RF1 en el elemento de aplicación Z).

A diferencia del ejemplo de realización según la Fig. 2B son imaginables, en el marco de la invención, también programas de lavado en los cuales para tiempos determinados de la operación de limpieza el agente de lavado sea conducido hacia fuera a través de la válvula de ventilación del cambiador de color.

La comparación mostrada en la Fig. 2 se llevó a cabo sin la utilización del llamado sistema de lavado EDPS, en sí usual, en el cual el medio de lavado es conducido, con una presión mayor que en el lavado estándar, a través de una tobera de inyección al interior del cambiador de color y en la interacción con el aire pulsado de forma un aerosol, con el cual se lava de forma especialmente intensiva y ahorradora de medio de lavado. El lavado EDPS se puede utilizar sin embargo también de manera adecuada en el cambiador de color aquí descrito.

Entre la válvula de agente de lavado V1 y el canal de color 2 está conectada, de forma en sí conocida, una tobera a través de la cual se inyecta disolvente

en el canal de color. Gracias a ello se reduce el consumo de agente de lavado necesarios para la limpieza del sistema conductor de color. Sin embargo, mientras que esta tobera inyecta en los cambiadores de color conocidos el disolvente en dirección transversal, es decir radialmente en el canal de color, hay que preferir en ciertos casos y, en especial, en el procedimiento aquí descrito, una dirección de inyección paralela con respecto al eje longitudinal del canal de color generalmente rectilíneo. Como está representado de forma esquemática en la Fig. 3, la tobera D conectada entre la válvula de agente de lavado V1 y el canal de color 2 está dispuesta con el mismo eje que el canal de color en su extremo opuesto a su salida. El disolvente no es invertido, al contrario que en el cambiador de color conocido, durante la inyección en el canal de color. La válvula V1 puede estar dispuesta, según la representación, transversalmente con respecto al eje del canal de color o, según una posibilidad alternativa (no representada), con su dirección longitudinal axialmente delante de la tobera D.

Para la obtención de un buen resultado de limpieza debe circular a través de la boca de la tobera una cantidad de agente de lavado determinada por unidad de tiempo, la cual se puede ajustar mediante el tamaño de la abertura y la presión del agente de lavado suministrado. Mediante la salida del agente de lavado a través de la boca de la tobera se consigue, además, una pulverización del agente de lavado, con lo cual se mejora el efecto de limpieza.

El disolvente puede ser pulsado mediante la válvula V1 conectada con anterioridad y que sirve como válvula de cierre o puede fluir de manera continua.

Lo mismo se puede aplicar a la corriente de aire por impulsos necesaria.

El canal de color 2 puede tener, por lo motivos explicados en la publicación EP 0 979 964 A2, la sección transversal allí descrita, alargada p. ej. aproximadamente ovalada, que diverge de la forma circular antes usual, como está representado en la Fig. 4 en Q. En un perfeccionamiento adicional es ventajoso que la forma del chorro del agente de lavado que sale de la tobera D esté adaptada a la forma de sección transversal ovalada del canal de color. Se trata por lo tanto de un chorro plano ST cónico con un ángulo de apertura  $\alpha$  adaptado a la sección transversal del canal de color y dimensiones correspondientes a la longitud a y a la anchura b de la sección transversal del canal Q.

La disposición y/o forma de la tobera D descrita puede ser también ventajosa en disposiciones diferentes a la Fig. 1 de las válvulas de disolvente y aire pulsado, también en cambiadores de color convencionales con la disposición de estas dos válvulas en el mismo extremo del canal de color.

## REIVINDICACIONES

1. Disposición de válvulas de cambio de color para la conexión de una pluralidad de conducciones de color para material de revestimiento de distintos colores que se pueden seleccionar con un elemento de aplicación (Z),

con unas válvulas de color (F1 - Fn) para los colores que se pueden seleccionar, las cuales están conectadas en un bloque de válvulas (1) en cada caso entre una conducción de color y un canal de color (2) común a ellas, que presenta una salida (3) para el material de revestimiento que fluye hacia el elemento de aplicación (Z), estando dispuestas las válvulas de color (F1 - Fn) de manera distribuida a lo largo del canal de color (2),

con una válvula de suministro de agente de lavado (V1) para la introducción de un agente de lavado en el canal de color (2),

con una válvula de suministro de aire (PL1) para la introducción de aire a presión en el canal de color que sirve, asimismo, para la limpieza del canal de color (2),

y con una válvula de ventilación (RF2) dispuesta en particular en la proximidad de uno de los extremos del canal de color (2), encontrándose las válvulas de agente de lavado y de suministro de aire (V1, PL1) en el bloque de válvulas de cambio de color (1) en unos extremos opuestos entre sí del bloque de válvulas de cambio de color (1) y estando dispuesta la válvula de suministro de aire (PL1) en el extremo de salida (3) del canal de color (2),

**caracterizada** porque la válvula de agente de lavado (V1) y la válvula de ventilación (RF2) están dispuestas en el extremo del canal de color (2) opuesto al extremo de salida.

2. Cambiador de color según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la válvula de ventilación (RF2) se encuentra asimismo en el bloque de válvulas de cambio de color (1).

3. Disposición de válvulas de cambio de color según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque en la salida (3) del canal de color (2) está dispuesto un regulador de presión de color (FDR).

4. Disposición de válvulas de cambio de color según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las válvulas (V1, RF2, F1 - Fn, PL1) están montadas en una hilera de módulos en un cuerpo de carcasa que contiene el canal de color (2) y los dos módulos más exteriores, a lo largo del canal de color (2), contienen la válvula de ventilación (RF2) o la válvula de aire (PL1).

5. Disposición de válvulas de cambio de color según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque entre la válvula de agente de lavado (V1) y el canal de color (2) está dispuesta una tobera (D) cuyo eje coincide con el del canal de color (2).

6. Disposición de válvulas de cambio de color según la reivindicación 5, **caracterizada** porque el canal de color (2) presenta, en el plano situado perpendicularmente con respecto a su eje, una superficie de sección transversal alargada, por ejemplo aproximadamente ovalada, y el agente de lavado es inyectado como chorro plano cónico, cuya forma está adaptada a la forma de la sección transversal del canal de color (2).

7. Procedimiento para el lavado de una disposición de válvulas de cambio de color (1), mediante el

cual son conectadas un cierto número de conducciones de color para material de revestimiento de distintos colores que se pueden seleccionar con un elemento de aplicación (Z), siendo conducido, tras el paso de material de revestimiento de un color determinado a través de un canal de color (2) común a todos los colores y antes del paso de material de revestimiento de otro color, de forma alternada entre sí, un agente de lavado y aire a presión a través del canal de color (2), **caracterizado** porque el agente de lavado y el aire a presión son conducidos a través del canal de color (2) en direcciones opuestas entre sí.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la dirección de la corriente del agente de lavado y/o del aire a presión es invertida por el canal de color, total o parcialmente, durante la operación de lavado de cambio de color.

9. Procedimiento según la reivindicación 7 y 8, **caracterizado** porque el aire a presión fluye partiendo de una válvula de aire (PL1) situada en la proximidad de la salida (3) del canal de color (2), a través del canal de color, hacia una válvula de ventilación (RF2) situada en la proximidad del extremo del canal de color (2) opuesto a la salida (3).

10. Procedimiento según la reivindicación 7, 8 ó 9, **caracterizado** porque al principio de la operación de lavado, en primer lugar, se empuja hacia fuera, mediante el aire a presión que entra a través de la válvula de aire (PL1), el material de revestimiento que se encuentra en el canal de color (2) a través de la válvula de ventilación (RF2) y porque a continuación, con la válvula de ventilación (RF2) cerrada, fluye agente de lavado a través de canal de color (2) hacia su salida (3).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado** porque el aire a presión y el agente de lavado son conducidos, a modo de impulsos, intercambiándose entre sí, en el canal de color (2) y, en cada caso, se abre simultáneamente con la válvula de aire (PL1) la válvula de ventilación (RF2).

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado** porque la salida (3) del canal de color (2) permanece abierta durante la totalidad de la operación de limpieza.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado** porque fluyen temporalmente agente de lavado y aire a presión a través de la salida (3) del canal de color (2) a la conducción (4) que conduce hacia el elemento de aplicación (Z), y porque la mezcla de agente de lavado y aire a presión, mediante la apertura de la válvula de ventilación (RF2) de la disposición de válvulas de cambio de color (1), invierte por completo o parcialmente su dirección de circulación.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque durante la operación de lavado el aire a presión fluye, en intervalos de tiempo predeterminados, a través de la válvula de ventilación (RF2) y en otros intervalos de tiempo, durante los cuales la válvula de ventilación está cerrada, lo hace a través de la salida (3) del canal de color (2).

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 14, **caracterizado** porque el agente de lavado es inyectado, mediante una tobera (D) dispuesta entre la válvula de agente de lavado (V1) y el canal de color (2), en el canal de color (2) en dirección paralela al eje del canal de color (2).

16. Procedimiento según la reivindicación 15, **ca-**

**racterizado** porque el canal de color (2) presenta, en el plano situado perpendicularmente con respecto a su eje, una superficie transversal alargada, por ejemplo aproximadamente ovalada, y porque el agente de

lavado es inyectado como chorro plano cónico, cuya forma está adaptada a la forma de la sección transversal del canal de color (2).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

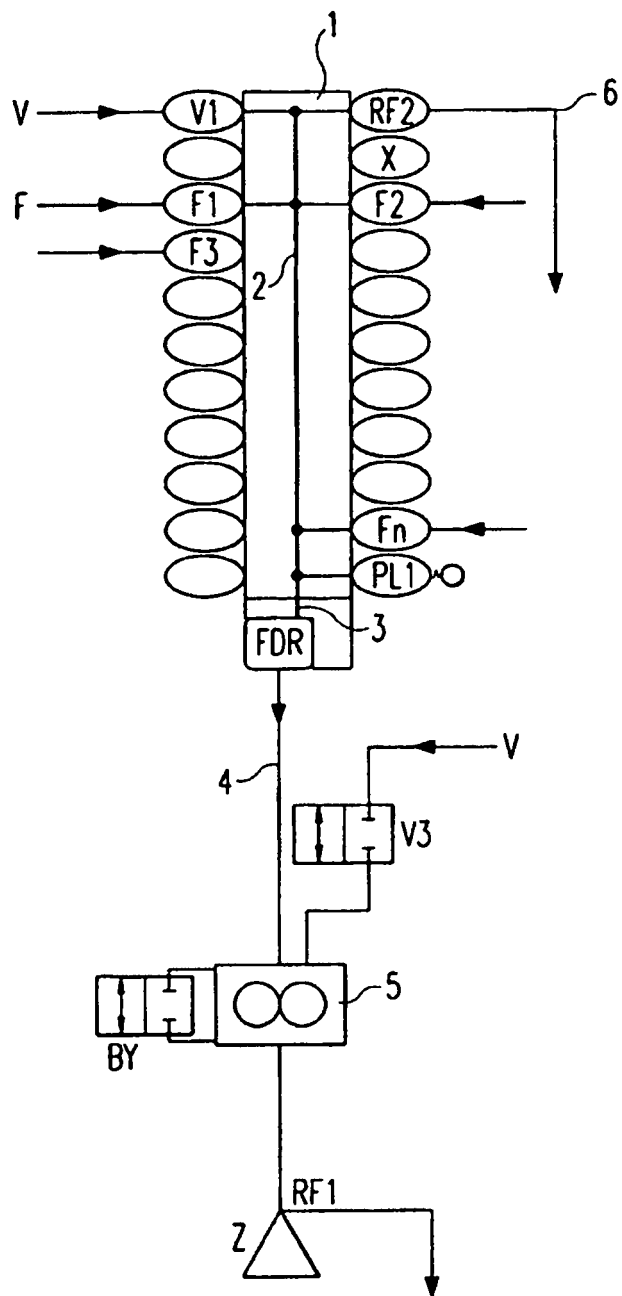


Fig. 1

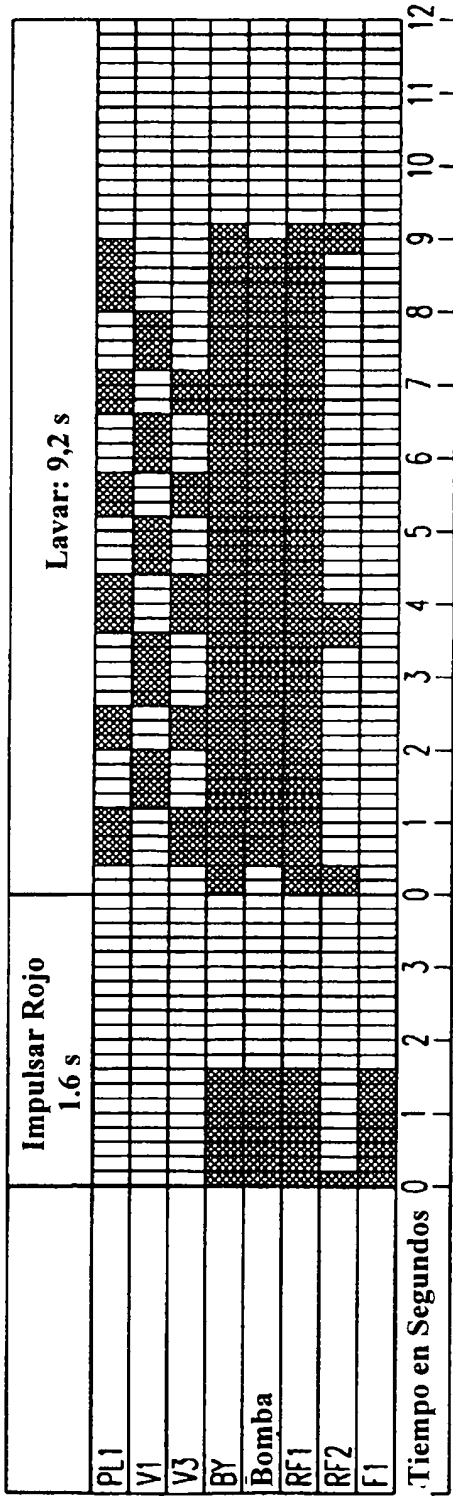


Fig. 2A

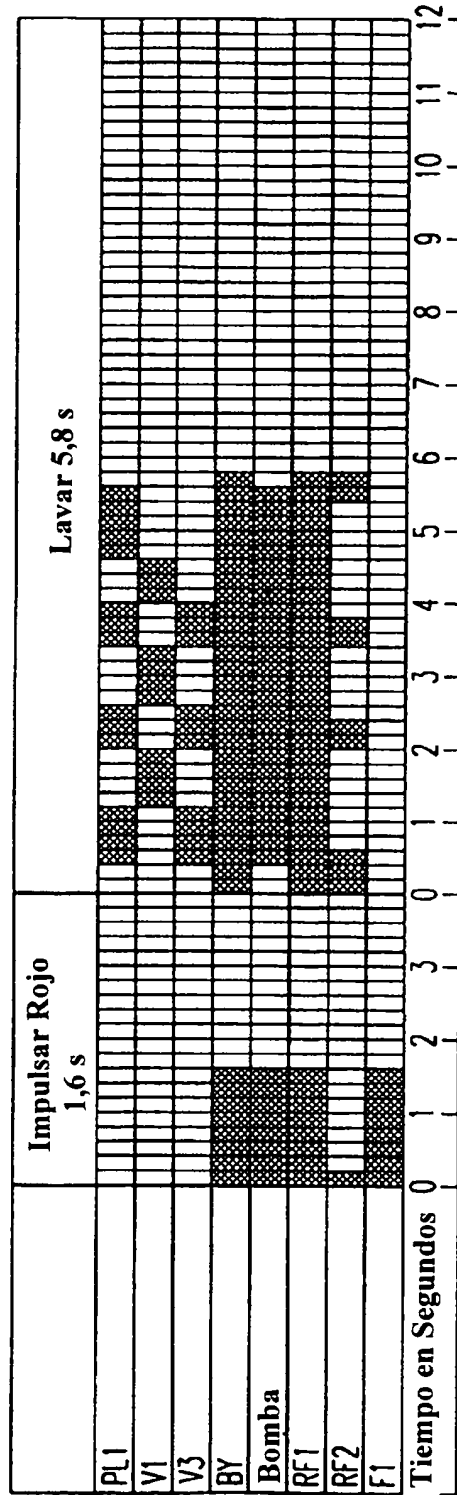


Fig. 2B

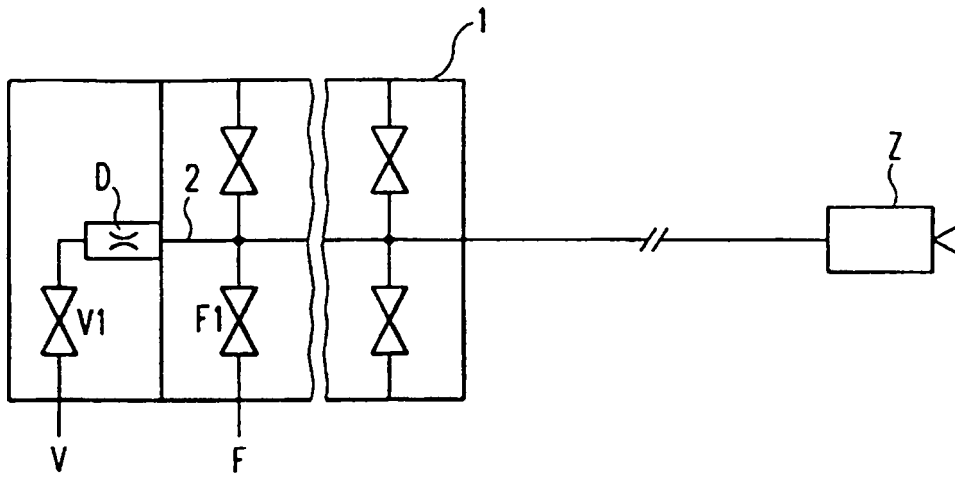


Fig. 3

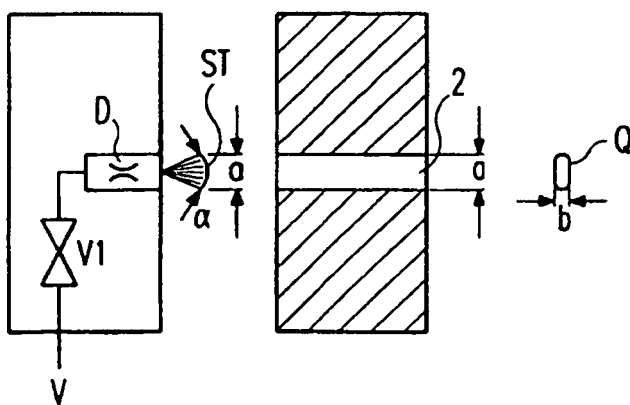


Fig. 4