

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 801 849**

51 Int. Cl.:

**B05B 12/00** (2008.01)

**B05B 12/12** (2006.01)

**B05B 13/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2017 PCT/EP2017/081102**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018 WO18108565**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2017 E 17821803 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3525938**

54 Título: **Dispositivo de revestimiento para revestir componentes**

30 Prioridad:

**14.12.2016 DE 102016014952**

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

**14.01.2021**

73 Titular/es:

**DÜRR SYSTEMS AG (100.0%)  
Carl-Benz-Straße 34  
74321 Bietigheim-Bissingen, DE**

72 Inventor/es:

**FRITZ, HANS-GEORG;  
WÖHR, BENJAMIN;  
KLEINER, MARCUS;  
BUBEK, MORITZ;  
BEYL, TIMO;  
HERRE, FRANK y  
SOTZNY, STEFFEN**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 801 849 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

Dispositivo de revestimiento para revestir componentes

5 La invención se refiere a un dispositivo de revestimiento para revestir componentes con un agente de revestimiento, en particular para pintar componentes de carrocería de un vehículo automóvil.

10 Para pintar en serie componentes de carrocería de vehículo automóvil se utilizan habitualmente como aparato de aplicación pulverizadores giratorios, que presentan, sin embargo, la desventaja de una eficiencia de aplicación limitada, es decir, sólo una parte de la pintura aplicada se deposita sobre los componentes que van a revestirse, mientras que el resto de la pintura aplicada debe desecharse como el denominado exceso de pulverización (del inglés "overspray").

15 Una línea de desarrollo más nueva prevé, por el contrario, como aparato de aplicación los denominados cabezales de impresión, como se conocen, por ejemplo, por los documentos DE 10 2013 002 412 A1, US 9,108,424 B2 y DE 10 2010 019 612 A1. Los cabezales de impresión de este tipo, en contraposición con los pulverizadores giratorios conocidos, no emiten niebla de pulverización de la pintura que va a aplicarse, sino un chorro de pintura estrechamente limitado de manera espacial, que se deposita casi completamente sobre el componente que va a pintarse, de modo que casi no genere exceso de pulverización.

20 Al revestirse una superficie adyacente (por ejemplo, un adorno) sobre una superficie de componente por medio de un cabezal de impresión de este tipo, sin embargo, el chorro de pintura debe ser controlado de manera muy exacta temporal y espacialmente, para que se respeten los límites de la superficie que va a revestirse, sin que al pintar se rebase el límite de la superficie que va a revestirse o no se llegue al mismo. Para poder producir de manera económica y competitiva o para conseguir grandes rendimientos de superficie, los aplicadores deben moverse rápidamente con el robot, por ejemplo, con una velocidad de tracción en el intervalo comprendido entre 0,5 m/s y 0,75 m/s. La combinación de posiciones de activación y desactivación exactas de los aplicadores o sus válvulas individuales, así como de la alta velocidad de pintado da como resultado la necesidad de tiempos de reacción o impulsos de control muy cortos (por ejemplo 1 ms, 500  $\mu$ s, 100  $\mu$ s, 10  $\mu$ s), que no son posibles habitualmente con los controles de robot. Para ello deben activarse o desactivarse de manera muy exacta temporalmente las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión, para activar o desactivar de manera correspondiente el chorro de pintura. Sin embargo, esto no es posible con los controles de robot habituales, dado que estos controles de robot trabajan de manera temporizada con un tiempo de ciclo determinado, en los que el tiempo de ciclo del control de robot es demasiado largo para alcanzar la exactitud temporal necesaria al controlar las válvulas de cabezal de impresión.

35 Por el documento EP 2 196 267 A2, se conoce una instalación de revestimiento en la que un robot de revestimiento mueve un cabezal de impresión sobre el componente que va a revestirse. El robot de revestimiento es controlado a este respecto por un control de robot. Además del control de robot, está prevista una unidad de control independiente, que controla una unidad de dosificación y ajusta el flujo de pintura deseado. No se conoce un control de cabezal de impresión independiente por esta publicación.

40 Además, para los antecedentes técnicos generales de la invención se hace referencia a los documentos DE 10 2010 004 496 A1 y DE 10 2014 013 158 A1.

45 Finalmente, el documento DE 10 2012 006 371 A1 divulga un dispositivo de revestimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. Sin embargo, este dispositivo de revestimiento conocido no es aún completamente satisfactorio.

50 Por tanto, la invención se basa en el objetivo de solucionar este problema.

Este objetivo se alcanza mediante un dispositivo de revestimiento según la invención según la reivindicación principal.

55 La invención comprende la enseñanza técnica general de no controlar las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión por medio del control de robot que controla los robots de revestimiento. En su lugar, la invención prevé más bien un control de cabezal de impresión independiente que controla las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión y que trabaja lo suficientemente rápido como para alcanzar la exactitud temporal y espacial necesaria al controlar los chorros de pintura emitidos. Debe existir una comunicación con el control de robot para regir de manera correspondiente el control de cabezal de impresión.

60 El dispositivo de revestimiento según la invención sirve para revestir componentes, como, por ejemplo, componentes de carrocería de vehículo automóvil. Sin embargo, la invención no está limitada, en cuanto al tipo de los componentes que van a revestirse, a componentes de carrocería de vehículo automóvil. Más bien, también puede tratarse de otros componentes en el caso de los componentes que van a revestirse.

65 Además, debe mencionarse que el dispositivo de revestimiento está diseñado preferentemente para pintar

componentes con una pintura, es decir, en el caso del agente de revestimiento que va a aplicarse se trata preferentemente de una pintura, como, por ejemplo, una pintura a base de disolvente, una pintura al agua, una capa base colorante o una capa transparente, por citar sólo algunos ejemplos. Sin embargo, la invención no está limitada, en cuanto al tipo del agente de revestimiento que va a aplicarse, a pinturas, sino que también puede realizarse básicamente con otros tipos de agentes de revestimiento, como, por ejemplo, con adhesivos, materiales aislantes, materiales de sellado, imprimaciones, etc., por citar sólo algunos ejemplos.

El dispositivo de revestimiento según la invención presenta como aparato de aplicación un cabezal de impresión con al menos una tobera, para emitir un chorro de agente de revestimiento sobre el componente que va a revestirse, controlándose la emisión de agente de revestimiento mediante la tobera por medio de una válvula de cabezal de impresión.

El término de un cabezal de impresión utilizado en el marco de la invención debe entenderse en primer lugar de manera general y sirve únicamente para la diferenciación con respecto a la pulverización convencional (por ejemplo, pulverizadores giratorios), que no emiten ningún chorro de agente de revestimiento estrechamente limitado de manera espacial, sino una niebla de pulverización del agente de revestimiento. Preferentemente, en el caso del cabezal de impresión se trata, sin embargo, de un cabezal de impresión, como se describe, por ejemplo, en los documentos DE 10 2013 002 412 A1, US 9,108,424 B2 y DE 10 2010 019 612 A1.

Además, el dispositivo de revestimiento según la invención comprende un robot de revestimiento multieje, que guía el cabezal de impresión sobre la superficie del componente que va a revestirse. El robot de revestimiento presenta preferentemente una cinemática de robot en serie con al menos seis o siete ejes de robot móviles y un eje de mano de robot, para guiar de manera altamente móvil el cabezal de impresión sobre la superficie de componente. Los robots de revestimiento de este tipo se conocen por el estado de la técnica y, por tanto, no deben describirse más detalladamente.

Además, el dispositivo de revestimiento según la invención presenta, en consonancia con el estado de la técnica, un control de robot que controla el robot de revestimiento.

El dispositivo de revestimiento según la invención se caracteriza en este caso con respecto al estado de la técnica, como ya se mencionó de manera breve anteriormente, por un control de cabezal de impresión independiente que está separado del control de robot y controla la al menos una válvula de cabezal de impresión, trabajando el control de cabezal de impresión lo suficientemente rápido como para alcanzar la exactitud temporal y espacial necesaria al controlar la emisión de agente de revestimiento.

Ya se mencionó al principio brevemente que el control de robot controla de manera temporizada el robot de revestimiento, por regla general, con un primer tiempo de ciclo determinado, siendo este primer tiempo de ciclo demasiado largo como para alcanzar al controlar la válvula de cabezal de impresión la exactitud temporal y espacial deseada de la emisión de agente de revestimiento. El control de cabezal de impresión según la invención trabaja de manera temporizada con un segundo tiempo de ciclo determinado, siendo este segundo tiempo de ciclo del control de cabezal de impresión más corto que el primer tiempo de ciclo del control de robot, para que el control de cabezal de impresión pueda alcanzar al controlar la válvula de cabezal de impresión la exactitud temporal y espacial necesarias del control de la emisión de agente de revestimiento.

Con una velocidad de desplazamiento del cabezal de impresión, se conoce la posición del cabezal de impresión sólo cuantificada en unidades de la tasa de temporización de control de robot. Con una velocidad de desplazamiento de  $v=750$  mm/s y una tasa de temporización de control de robot de 4 ms esta cuantificación de posición asciende a 3 mm. Para un posicionamiento más exacto ( $< 1$  mm,  $< 0.1$  mm) del punto de activación o desactivación del agente de revestimiento sobre el sustrato, por ejemplo, exactamente en el canto del sustrato, esto no es suficiente.

Por tanto, el segundo tiempo de ciclo de la posición de cabezal de impresión es de preferentemente como máximo 100 ms, 50 ms, 20 ms, 10 ms, 5 ms, 1 ms o incluso de como máximo 100  $\mu$ s.

El control de cabezal de impresión está conectado preferentemente en el lado de entrada con el control de robot y recibe desde el control de robot con la tasa de temporización del control de robot la posición espacial actual la posición espacial actual y/o la velocidad actual y/o la orientación espacial actual del cabezal de impresión y/o del objeto de revestimiento como información de entrada, para que el control de cabezal de impresión pueda tener en cuenta esta información al controlar la válvula de cabezal de impresión.

El control de cabezal de impresión interpola o extrapola (por ejemplo, de manera lineal, con *splines*, de manera cúbica) estas posiciones en sus propias etapas temporales, de modo que obtiene una alta resolución de posición. De esta manera, puede establecerse exactamente el punto de activación o desactivación del flujo de agente de revestimiento o las gotas de agente de revestimiento.

El control de cabezal de impresión también puede estar integrado en el control de robot, por ejemplo, como módulo

que trabaja de manera independiente.

5 Además, debe mencionarse que el dispositivo de revestimiento según la invención contiene preferentemente un cambiador de color, que selecciona uno de varios agentes de revestimiento y transfiere el agente de revestimiento seleccionado al cabezal de impresión.

Además, el dispositivo de revestimiento según la invención contiene preferentemente una bomba de dosificación, que dosifica el agente de revestimiento que va a aplicarse y lo transporta al cabezal de impresión.

10 En el ejemplo de forma de realización preferido de la invención, el control de cabezal de impresión controla no sólo dicha por lo menos una válvula de cabezal de impresión del cabezal de impresión, sino preferentemente también el cambiador de color y/o la bomba de dosificación.

15 Ya se mencionó anteriormente que el control de cabezal de impresión puede activar y desactivar el chorro de agente de revestimiento aplicado por el cabezal de impresión de manera altamente dinámica y controlada de manera precisa en el tiempo, para poder alcanzar sobre la superficie de componente patrones de revestimiento con una resolución espacial muy exacta. Esto es importante, por ejemplo, cuando una superficie que va a revestirse presenta un canto afilado, que debe respetarse de manera exacta durante el revestimiento. Por tanto, el control de cabezal de impresión trabaja preferentemente de manera tan rápida y exacta que el chorro de agente de revestimiento alcanza sobre la superficie de componente una resolución espacial exacta de menos de  $\pm 2$  mm,  $\pm 1$  mm,  $\pm 0,5$  mm o incluso de menos de  $\pm 0,1$  mm.

20 Para alcanzar un revestimiento tan exacto está previsto preferentemente un dispositivo de medición que mide la posición y/o orientación espaciales del componente que va a revestirse y transmite la posición y/o la orientación detectadas al control de cabezal de impresión, para que el control de cabezal de impresión pueda tener esto en cuenta al controlar las válvulas de cabezal de impresión. A este respecto, el dispositivo de medición puede estar conectado de manera opcional directamente con el control de cabezal de impresión o indirectamente mediante el control de robot con el control de cabezal de impresión. En el marco de la invención, es únicamente decisivo que la posición o la orientación detectadas del componente que va a revestirse pueda tenerse en cuenta al controlar las válvulas de cabezal de impresión.

25 En un ejemplo de forma de realización preferido de la invención, el dispositivo de medición presenta una cámara que toma una imagen del componente que va a revestirse, evaluándose esta imagen por una unidad de evaluación de imágenes que, a partir de la misma, determina la posición o la orientación espacial del componente que va a revestirse. En el marco de la invención también existe la posibilidad de que estén dispuestas varias cámaras en diferentes posiciones para aumentar la exactitud de la determinación de posición.

30 En el ejemplo de forma de realización preferido de la invención, el dispositivo de medición puede determinar la posición y/u orientación espaciales del componente que va a revestirse con una exactitud muy alta y una tolerancia de posición correspondientemente baja, siendo la tolerancia de posición preferentemente menor que  $\pm 2$  mm,  $\pm 1$  mm,  $\pm 0,5$  mm,  $\pm 0,25$  mm o incluso menor que  $\pm 0,1$  mm.

35 En el ejemplo de forma de realización preferido de la invención, el dispositivo de revestimiento presenta, aparte del control de cabezal de impresión y del control de robot, un control de dosificación adicional, alrededor del dispositivo de dosificación ya mencionado anteriormente (por ejemplo, un cilindro de dosificación, una bomba de dosificación, etc.), que dosifica el agente de revestimiento y lo transporta al cabezal de impresión.

40 El control de dosificación está conectado preferentemente con el control de cabezal de impresión, para sincronizar el control de la bomba de dosificación con el control de las válvulas de cabezal de impresión del cabezal de impresión. Si, por ejemplo, se abren repentinamente numerosas válvulas de cabezal de impresión, de esa manera crece repentinamente el consumo de agente de revestimiento, de modo que entonces la bomba de dosificación también debe hacerse funcionar con una potencia más alta.

45 Además, el control de dosificación también está conectado preferentemente con el control de robot, para sincronizar el control de la bomba de dosificación con el control del robot de revestimiento. Si el control de robot controla, por ejemplo, el robot de revestimiento de tal manera que el cabezal de impresión se mueve con una alta velocidad de tracción sobre la superficie de componente, de esa manera, por regla general, también debe transportarse una gran cantidad de revestimiento mediante la bomba de dosificación, de modo que es ventajosa una sincronización del control de robot, por un lado, y del control de dosificación, por otro lado.

50 Ya se mencionó varias veces que la invención posibilita un control altamente dinámico y exacto de las válvulas de cabezal de impresión, estando previsto un control de cabezal de impresión independiente que trabaja lo suficientemente rápido. Sin embargo, esto sólo tiene sentido cuando las propias válvulas de cabezal de impresión trabajan lo suficientemente rápido. Por tanto, las válvulas de cabezal de impresión presentan preferentemente en la invención una duración de conmutación muy corta de como máximo 100 ms, 50 ms, 20 ms, 5 ms, 1 ms o incluso como máximo 100  $\mu$ s. Una muy buena capacidad de reproducción o exactitud de repetición de los tiempos de

conmutación de todas las válvulas es aún más importante, para corregir los mismos de manera individual dado el caso.

5 Además, debe mencionarse que el dispositivo de revestimiento según la invención puede presentar una primera interfaz de datos para comunicarse con una planificación de producción, lo que sin embargo se conoce en sí mismo por el estado de la técnica y, por tanto, no debe describirse más detalladamente.

10 Además, el dispositivo de revestimiento según la invención puede presentar una segunda interfaz de datos para recibir un archivo de control, pudiendo predeterminar el archivo de control, por ejemplo, un gráfico que debe aplicarse por el dispositivo de revestimiento sobre la superficie de componente. Esta segunda interfaz de datos puede realizarse, por ejemplo, por medio de un lector de llave USB (USB: *Universal Serial Bus*) o por medio de un lector de tarjetas de memoria, por citar sólo algunos ejemplos.

15 Además, en el marco de la invención existe la posibilidad de que se lleve una estadística de pintado. Además, en el marco de la invención también puede efectuarse un cálculo de la cantidad necesaria de pintura. Además, existe la posibilidad de una comunicación con un ordenador de visualización gráfico. Además, en el marco de la invención existe la posibilidad de la comunicación con un control de seguridad. A este respecto, puede efectuarse una liberación de pintura por medio de un control de orden superior, que también comprueba si una instalación de aire adicional está en funcionamiento y no se presentan perturbaciones relevantes en cuanto a seguridad. Además, la liberación de pintura también puede efectuarse por medio del control de cabezal de impresión cuando el mismo comprueba que la impresión de color es correcta, la bomba de dosificación trabaja, el robot de revestimiento está en su posición inicial, la medición óptica está preparada, se midió el vehículo y se ha efectuado una corrección de posición.

25 Además, debe mencionarse que el cabezal de impresión emite preferentemente un chorro de agente de revestimiento estrechamente limitado en contraposición con una niebla de pulverización, como es el caso en la pulverización convencional (por ejemplo, pulverizadores giratorios).

30 En una variante de la invención el cabezal de impresión emite un chorro de gotitas que está compuesto por numerosas gotitas que están separadas entre sí en la dirección longitudinal del chorro de gotitas, en contraposición con un chorro de agente de revestimiento dependiendo de la dirección longitudinal de chorro.

35 En otra variante de la invención el cabezal de impresión, por el contrario, emite un chorro de agente de revestimiento coherente en la dirección longitudinal de chorro, en contraposición con un chorro de gotitas.

40 Ambas variantes (chorro de gotitas y chorro de agente de revestimiento coherente) también pueden combinarse en el marco de la invención. De esta manera, el cabezal de impresión, por ejemplo, puede emitir de manera alternante un chorro de gotitas y un chorro de agente de revestimiento dependiente. Además, en el marco de la invención existe la posibilidad de que una parte de las toberas del cabezal de impresión emita un chorro de gotitas, mientras que al mismo tiempo otra parte de las toberas del mismo cabezal de impresión emite un chorro de agente de revestimiento dependiente en la dirección longitudinal de chorro.

45 Además, debe mencionarse que la presión de agente de revestimiento se controla preferentemente con un margen de variación relativamente menor que como máximo  $\pm 500$  mbar,  $\pm 200$  mbar,  $\pm 100$  mbar o incluso  $\pm 50$  mbar.

Al utilizar un cabezal de impresión como aparato de aplicación resulta ventajosa la alta eficiencia de aplicación, que es preferentemente superior al 80%, el 90%, el 95% o incluso el 99%, de modo que el cabezal de impresión trabaja esencialmente sin exceso de pulverización.

50 Además, debe mencionarse que el cabezal de impresión presenta preferentemente una eficacia de revestimiento de superficie lo suficientemente alto como para poder pintar de manera eficiente componentes de carrocería de vehículo automóvil. Por tanto, el cabezal de impresión presenta preferentemente una eficacia de revestimiento de superficie de por lo menos  $0,5 \text{ m}^2/\text{min}$ ,  $1 \text{ m}^2/\text{min}$ ,  $2 \text{ m}^2/\text{min}$  o incluso  $3 \text{ m}^2/\text{min}$ .

55 Además, debe mencionarse que el flujo volumétrico del agente de revestimiento aplicado y, por consiguiente, la velocidad de salida del agente de revestimiento está ajustada preferentemente de tal manera que el agente de revestimiento no rebote desde el componente después de incidir sobre el componente o en una aplicación de pintura húmedo sobre húmedo ("*wet-on-wet*") no traspasa la capa de pintura inferior o se desvía o desplaza hacia un lado.

60 Por tanto, la velocidad de salida del agente de revestimiento desde el cabezal de impresión puede estar, por ejemplo, en el intervalo de desde  $5 \text{ m/s}$  hasta  $30 \text{ m/s}$ , siendo posible cualquier intervalo intermedio.

65 La distancia de aplicación (es decir, la distancia entre la tobera y la superficie de componente) está, por el contrario, preferentemente en el intervalo comprendido entre  $4 \text{ mm}$  y  $200 \text{ mm}$ .

Además, debe mencionarse que la válvula de cabezal de impresión presenta preferentemente un actuador que puede controlarse eléctricamente, por ejemplo, un actuador magnético o un actuador piezoeléctrico, para posibilitar la reacción rápida deseada.

5 Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención están caracterizados en las reivindicaciones dependientes o se explican más detalladamente a continuación junto con la descripción del ejemplo de forma de realización preferido de la invención por medio de las figuras. Muestran:

10 la figura 1, una representación esquemática muy simplificada de una instalación de pintado según la invención,  
la figura 2, una representación esquemática para explicar el problema en el que se basa la invención y la solución según la invención,

15 la figura 3, una representación esquemática de un cabezal de impresión que se mueve a lo largo de una trayectoria de movimiento programada sobre la superficie de componente,

la figura 4, una representación esquemática para ilustrar el problema de la reacción retardada de las válvulas de cabezal de impresión, así como

20 la figura 5, una representación esquemática para ilustrar la interpolación de las posiciones en el control de cabezal de impresión a partir de las posiciones en el control de robot.

25 La figura 1 muestra una representación esquemática muy simplificada de una instalación de pintado según la invención para pintar componentes 1 de carrocería de vehículo automóvil con una pintura.

Los componentes 1 de carrocería de vehículo automóvil son transportados a este respecto de manera convencional por un transportador a lo largo de una cadena de pintado a través de la instalación de pintado, lo que se conoce en sí mismo por el estado de la técnica y, por tanto, no se representa por motivos de simplicidad.

30 El pintado se efectúa a este respecto por medio de un robot de pintado 2 multieje con una cinemática de robot en serie y varios brazos de robot y un eje de mano de robot altamente móvil, que guía como aparato de aplicación un cabezal de impresión 3. El cabezal de impresión 3 emite entonces chorros 4 de agente de revestimiento sobre la superficie del componente 1 de carrocería de vehículo automóvil, como se representa esquemáticamente.

35 A este respecto, debe mencionarse que el robot de pintado 2 está dispuesto en una cabina de pintado, que contiene normalmente a ambos lados de la cadena de pintado varios robots 2 de pintado de este tipo, representándose por motivos de simplicidad sólo un único robot de pintado 2.

40 El robot de pintado 2 se puede controlar de manera convencional por un control de robot 5, trabajando el control de robot 5 de manera temporizada con un tiempo de ciclo determinado y, por tanto, posibilitándose de manera correspondiente al tiempo de ciclo sólo un posicionamiento con una resolución espacial limitada. Sin embargo, la resolución espacial que puede alcanzarse de esta manera no es lo suficientemente exacta como para pintar de manera exacta localmente con el cabezal de impresión 3 sobre la superficie de componente.

45 Por tanto, el dispositivo de revestimiento según la invención presenta, además, una cámara 6 que toma una imagen del componente 1 de carrocería de vehículo automóvil y del robot de pintado 2, para posibilitar un posicionamiento relativo exacto del robot de pintado 2 con el cabezal de impresión 3 en relación con el componente 1 de carrocería de vehículo automóvil.

50 La imagen tomada por la cámara 6 es evaluada entonces por una unidad de evaluación de imágenes, no representándose en este caso por motivos de simplicidad la unidad de evaluación de imágenes.

55 Además, debe mencionarse que en el marco de la invención existe la posibilidad de que estén previstas varias cámaras 6 de este tipo, que graban el robot de pintado 2 y el componente 1 de carrocería de vehículo automóvil desde diferentes perspectivas y de esta manera posibilitan una gran exactitud en la determinación de posición.

60 Ya se mencionó anteriormente que el control de robot 5 presenta un tiempo de ciclo relativamente grande que no posibilita la exactitud espacial necesaria para controlar con gran exactitud el cabezal de impresión 3. Por tanto, el dispositivo de revestimiento según la invención presenta preferentemente un control de cabezal de impresión 7 independiente, que controla con gran exactitud temporal y de manera altamente dinámica las válvulas de cabezal de impresión que se encuentran en el cabezal de impresión 3 y no se representan por motivos de simplicidad.

65 El control de cabezal de impresión 7 está conectado en el lado de entrada con el control de robot 5 y recibe desde el control de robot 5 la posición y la orientación actuales del componente 1 de carrocería de vehículo automóvil en relación con el cabezal de impresión 3, para poder tener en cuenta esta información de entrada al controlar las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión 3.

Además, debe mencionarse que el dispositivo de revestimiento presenta, entre otros, un cambiador de color y una bomba de dosificación, que no se representan por motivos de simplicidad. El cambiador de color y la bomba de dosificación son controlados por un control de dosificación 8 adicional, que está conectado con el control de cabezal de impresión 7 y el control de robot 5.

Además, está prevista una interfaz de datos para una planificación 9 de producción.

La planificación 9 de producción presenta a su vez una interfaz de datos, por ejemplo, en forma de un lector de llave USB, de modo que por medio de una llave 10 USB puede leerse un archivo de control que define un gráfico (por ejemplo, un adorno) que debe aplicarse sobre la superficie de componente del componente de carrocería de vehículo automóvil.

A este respecto, existe la posibilidad de que el archivo de control del cliente final se transfiera por parte de los concesionarios directamente al taller. En el software de producción se asigna entonces el gráfico del número de serie de la carrocería. La transferencia de datos al control de robot se efectúa habitualmente entonces mediante una interfaz del software de producción y la identificación habitualmente mediante puntos de lectura y soportes de datos en la carrocería. En el soporte de datos, puede estar almacenado no sólo el número de serie, sino también otros datos, dado el caso, los datos gráficos.

En general, debe mencionarse que el control de robot 5, el control de cabezal de impresión 7 y el control de dosificación 8 están configurados preferentemente como componentes independientes de hardware y separados entre sí.

Sin embargo, en el marco de la invención existe básicamente también la posibilidad de que el control de robot 5, el control de cabezal de impresión 7 y el control de dosificación 8 estén realizados únicamente como componentes de software independientes en otra unidad de control unitaria.

A continuación, se explica la representación esquemática en la figura 2. Así, la figura 2 muestra en la zona superior una trayectoria 11 de movimiento programada, en la que se mueve el cabezal de impresión 3 a lo largo de la trayectoria 11 de movimiento programada sobre la superficie del componente 1 de carrocería de vehículo automóvil.

Además, la figura 2 en la zona superior muestra una superficie 12 que va a revestirse limitada, que se barre por el cabezal de impresión 3 a lo largo de la trayectoria 11 de movimiento programada. En el instante  $t=t_1$  el cabezal de impresión 3 pasa entonces el límite que está a la izquierda en el dibujo de la superficie 12 que va a revestirse, de modo que en este instante también debe iniciarse el revestimiento. En el instante  $t=t_2$  el cabezal de impresión 3 pasa entonces el límite opuesto de la superficie 12 que va a revestirse, de modo que el cabezal de impresión 3 deba ajustar de manera exacta en este instante nuevamente el revestimiento.

La figura 2 muestra en la zona central los tiempos 13 de apertura reales de las válvulas de cabezal de impresión del cabezal de impresión 3. A este respecto, se presupone por motivos de simplicidad que el cabezal de impresión 3 presenta seis toberas en una línea. Sin embargo, el cabezal de impresión 3 presenta realmente en la práctica un gran número de toberas y un gran número de líneas de toberas, lo que, sin embargo, es irrelevante para el principio de la invención.

Con un control exacto temporalmente de las válvulas de cabezal de impresión del cabezal de impresión 3 los tiempos 13 de apertura reales de las válvulas de cabezal de impresión del cabezal de impresión 3 son espacialmente exactos dentro de la superficie 12 que va a revestirse, como se representa abajo a la derecha en la figura 2.

Sin embargo, las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión 3 se abrirían realmente con un control por medio del control de robot 5 relativamente lento con un desfase temporal  $\Delta t$ , cuando el cabezal de impresión 3 a lo largo de la trayectoria 11 de movimiento programada pasa el límite de la superficie 12 que va a revestirse. Esto significa que la superficie 12 que va a revestirse se pinta en primer lugar con un desfase espacial  $\Delta s = v \cdot t$  correspondiente, como se representa en la figura 4. El desfase espacial  $\Delta s$ , y, por consiguiente, la resolución espacial que puede alcanzarse con el pintado, depende, a este respecto, de la velocidad de tracción  $v$  del cabezal de impresión 3 a lo largo de la trayectoria 11 de movimiento programada y del desfase temporal  $\Delta t$ . El desfase puede compensarse, por ejemplo, por medio de un tiempo de retención. Sin embargo, la temporización del control representa un problema de que se genera un fallo de repetición ("jitter"). Por tanto, es importante que el control de las válvulas de cabezal de impresión en el cabezal de impresión 3 se efectúe de manera altamente dinámica y con gran exactitud temporal.

La figura 3 muestra una representación esquemática simplificada del cabezal de impresión 3 con seis toberas 14, que están dispuestas en una única línea de toberas. Sin embargo, en la práctica el cabezal de impresión 3 presenta normalmente un mayor número de toberas 14 por línea de toberas y también un mayor número de líneas de

toberas, lo que, sin embargo, no es relevante para la invención.

La figura 5 muestra una representación esquemática para ilustrar la interpolación de las posiciones en el control de cabezal de impresión a partir de las posiciones en el control de robot.

5 Así, el dibujo muestra en la zona superior posiciones registradas en el control de robot a lo largo de un eje temporal, representándose las posiciones en cada caso como una marca temporal  $\blacklozenge$  o  $\lozenge$ . Debajo, el dibujo muestra las posiciones registradas en el control de cabezal de impresión a lo largo del eje temporal.

10 A este respecto, las marcas temporales rellenas  $\blacklozenge$  ilustran, respectivamente, un instante en el que se aplica el agente de revestimiento, mientras que las marcas temporales no rellenas  $\lozenge$  simbolizan en cada caso un instante en el que no se aplica agente de revestimiento.

15 Por el dibujo es evidente que la resolución temporal, y, por consiguiente, también la resolución espacial de las posiciones en el control de robot, es esencialmente más aproximativa y, por consiguiente, es más inexacta que en el control de cabezal de impresión.

20 El control de cabezal de impresión posibilita esta resolución espacial más precisa de las posiciones porque el control de cabezal de impresión interpola posiciones más precisas a partir de las posiciones relativamente aproximativas del control de robot.

25 A este respecto, el cabezal de impresión se mueve a lo largo de una trayectoria de movimiento predeterminada sobre la superficie de componente, debiendo iniciarse el revestimiento en el instante  $t=t_1$  y debiendo finalizar nuevamente en el instante  $t=t_2$ . A partir del dibujo resulta evidente que el revestimiento se inicia o se finaliza de manera muy exacta en los instantes deseados  $t=t_1$  o  $t=t_2$  o, lo que se posibilita por medio de la interpolación mencionada anteriormente.

**Listado de signos de referencia:**

- 30 1 componente de carrocería de vehículo automóvil
- 2 robot de pintado
- 3 cabezal de impresión
- 4 chorros de agente de revestimiento
- 5 control de robot
- 35 6 cámara
- 7 control de cabezal de impresión
- 8 control de dosificación
- 9 planificación de producción
- 10 llave USB
- 40 11 trayectoria de movimiento programada
- 12 superficie que va a revestirse
- 13 tiempos de apertura de las válvulas de cabezal de impresión
- 14 toberas del cabezal de impresión
- $\Delta t$  desfase espacial entre el inicio de revestimiento deseado y el inicio de revestimiento real
- 45  $\Delta t$  desfase temporal entre el inicio de revestimiento deseado y el inicio de revestimiento real
- $v$  velocidad de tracción del cabezal de impresión a lo largo de la trayectoria de movimiento programada
- $\blacklozenge$  marca temporal con aplicación
- $\lozenge$  marca temporal sin aplicación

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de revestimiento para revestir componentes con un agente de revestimiento, en particular para pintar componentes (1) de carrocería de vehículo automóvil, con
- 10 a) un cabezal de impresión (3) con
- 15 a1) por lo menos una tobera para emitir un chorro de agente de revestimiento sobre el componente (1) que va a revestirse, y
- 20 a2) por lo menos una válvula de cabezal de impresión para controlar la emisión de agente de revestimiento a través de la tobera,
- 25 b) un robot de revestimiento (2) multieje, que guía el cabezal de impresión (3) sobre la superficie del componente (1) que va a revestirse, así como
- 30 c) un control de robot (5), que controla el robot de revestimiento (2), controlando de manera temporizada el control de robot (5) el robot de revestimiento (2) con un primer tiempo de ciclo determinado,
- 35 d) un control de cabezal de impresión (7), que controla la válvula de cabezal de impresión, controlando el control de cabezal de impresión (7) la válvula de cabezal de impresión del cabezal de impresión (3) de manera temporizada con un segundo tiempo de ciclo determinado,
- 40 caracterizado por que,
- 45 e) el segundo tiempo de ciclo del control de cabezal de impresión (7) es más corto que el primer tiempo de ciclo del control de robot (5).
- 50 2. Dispositivo de revestimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el segundo tiempo de ciclo del control de cabezal de impresión (7) es de como máximo 100 ms, 50 ms, 20 ms, 10 ms, 5 ms, 1 ms, 500  $\mu$ s, 100  $\mu$ s o de como máximo 10  $\mu$ s.
- 55 3. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el control de cabezal de impresión (7) está conectado en el lado de entrada con el control de robot (5) y recibe desde el control de robot (5) la posición espacial actual y/o la velocidad actual y/o la orientación espacial actual del cabezal de impresión (3) como información de entrada.
- 60 4. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el control de cabezal de impresión (7) controla, además de la válvula de cabezal de impresión del cabezal de impresión (3), lo siguiente:
- 65 a) un cambiador de color que selecciona uno de entre varios agentes de revestimiento y transfiere el agente de revestimiento seleccionado al cabezal de impresión (3),
- 70 b) un dispositivo de dosificación, en particular una bomba de dosificación, que dosifica el agente de revestimiento que va a aplicarse.
- 75 5. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el control de cabezal de impresión (7) puede activar y desactivar el chorro de agente de revestimiento aplicado por el cabezal de impresión (3) de manera altamente dinámica y controlada de manera precisa en el tiempo, es decir, con una resolución espacial sobre la superficie del componente (1) que va a revestirse de menos de  $\pm 2$  mm,  $\pm 1$  mm,  $\pm 0,5$  mm o incluso de menos de  $\pm 0,1$  mm.
- 80 6. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un dispositivo de medición (6) para medir la posición espacial del componente (1) que va a revestirse, estando el dispositivo de medición (6) conectado en el lado de salida con el control de cabezal de impresión (7) y transmitiendo la posición espacial del componente (1) que va a revestirse al control de cabezal de impresión (7).
- 85 7. Dispositivo de revestimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo de medición presenta lo siguiente:
- 90 a) por lo menos un sensor, en particular una cámara o una barrera de luz, para determinar la posición, y
- 95 b) una unidad de evaluación, que evalúa la señal de sensor, en particular la imagen tomada por la cámara (6), y a partir de la misma determina la posición espacial del componente (1) que va a revestirse.

8. Dispositivo de revestimiento según la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que el dispositivo de medición (6) determina la posición espacial del componente (1) que va a revestirse con una tolerancia de posición de menos de  $\pm 2$  mm,  $\pm 1$  mm,  $\pm 0,5$  mm,  $\pm 0,25$  mm o incluso de menos de  $\pm 0,1$  mm.

- 5 9. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- a) el dispositivo de revestimiento presenta un control de dosificación (8) para controlar un dispositivo de dosificación, que dosifica el agente de revestimiento y lo transporta al cabezal de impresión (3), y
  - 10 b) el control de dosificación (8) está conectado con el control de cabezal de impresión (7), con el fin de sincronizar el control del dispositivo de dosificación con el control de dicha por lo menos una válvula de cabezal de impresión del cabezal de impresión (3), y
  - 15 c) el control de dosificación (8) está conectado con el control de robot (5), con el fin de sincronizar el control del dispositivo de dosificación con el control del robot de revestimiento (2).

20 10. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha por lo menos una válvula de cabezal de impresión del cabezal de impresión (3) presenta una duración de conmutación corta de como máximo 100 ms, 50 ms, 20 ms, 5 ms, 1 ms o de como máximo 100  $\mu$ s.

25 11. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por una primera interfaz de datos para la comunicación con una planificación de producción (9).

30 12. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por una segunda interfaz de datos (10) para recibir un archivo de control, en particular un archivo gráfico, para revestir el componente (1) con un gráfico, siendo el gráfico predeterminado por medio del archivo de control.

35 13. Dispositivo de revestimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que la segunda interfaz de datos presenta lo siguiente:

- a) un lector de llave USB, y/o
- b) un lector de tarjetas de memoria, y/o
- c) una interfaz para el control de producción.

40 14. Dispositivo de revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que,

- a) el cabezal de impresión (3) emite un chorro de agente de revestimiento estrechamente limitado en contraposición con una niebla de pulverización, y/o
- 45 b) el cabezal de impresión (3) emite un chorro de gotitas en contraposición con un chorro de agente de revestimiento dependiendo de la dirección longitudinal de chorro, o
- c) el cabezal de impresión (3) emite un chorro de agente de revestimiento dependiendo de la dirección longitudinal de chorro en contraposición con un chorro de gotitas, y/o
- 50 d) la presión de agente de revestimiento es controlada con un margen de variación de máximo  $\pm 500$  mbar,  $\pm 200$  mbar,  $\pm 100$  mbar,  $\pm 50$  mbar, y/o
- e) el cabezal de impresión (3) presenta una eficiencia de aplicación de por lo menos el 80%, el 90%, el 95% o el 99%, de manera que sustancialmente todo el agente de revestimiento aplicado sea depositado completamente sobre el componente (1), sin que se genere exceso de pulverización, y/o
- 55 f) el cabezal de impresión (3) presenta una eficacia de revestimiento de superficie de por lo menos  $0,5$  m<sup>2</sup>/min,  $1$  m<sup>2</sup>/min,  $2$  m<sup>2</sup>/min o al menos  $3$  m<sup>2</sup>/min, y/o
- g) el flujo volumétrico del agente de revestimiento aplicado y/o la velocidad de salida del agente de revestimiento se ajusta de tal manera que el agente de revestimiento no rebote desde el componente (1) después de incidir sobre el componente (1), y/o
- 60 h) la velocidad de salida del agente de revestimiento desde el cabezal de impresión (3) es de por lo menos  $5$  m/s,  $7$  m/s o  $10$  m/s, y/o
- i) la velocidad de salida del agente de revestimiento desde el cabezal de impresión (3) es de como máximo  $30$  m/s,  $20$  m/s o  $10$  m/s, y/o
- 65 j) la distancia de aplicación es de por lo menos  $4$  mm,  $10$  mm o  $40$  mm y/o, y/o

- k) la distancia de aplicación es de como máximo 200 mm o 100 mm, y/o
- 5 l) el agente de revestimiento es una pintura, en particular una capa base, una capa transparente, una pintura de efecto, una pintura mica o una pintura metálica, y/o
- m) el agente de revestimiento es una pintura al agua o una pintura al disolvente, y/o
- 10 n) la válvula de cabezal de impresión presenta un actuador que puede ser controlado eléctricamente, con el fin de expulsar gotas del agente de revestimiento desde el cabezal de impresión (3), en particular un actuador magnético o un actuador piezoeléctrico, y/o
- o) el robot de revestimiento (2) presenta una cinemática de robot en serie, y/o
- 15 p) el robot de revestimiento (2) presenta por lo menos seis o siete ejes de robot móviles, y/o
- q) el robot de revestimiento (2) presenta un eje de mano de robot con varios ejes móviles.

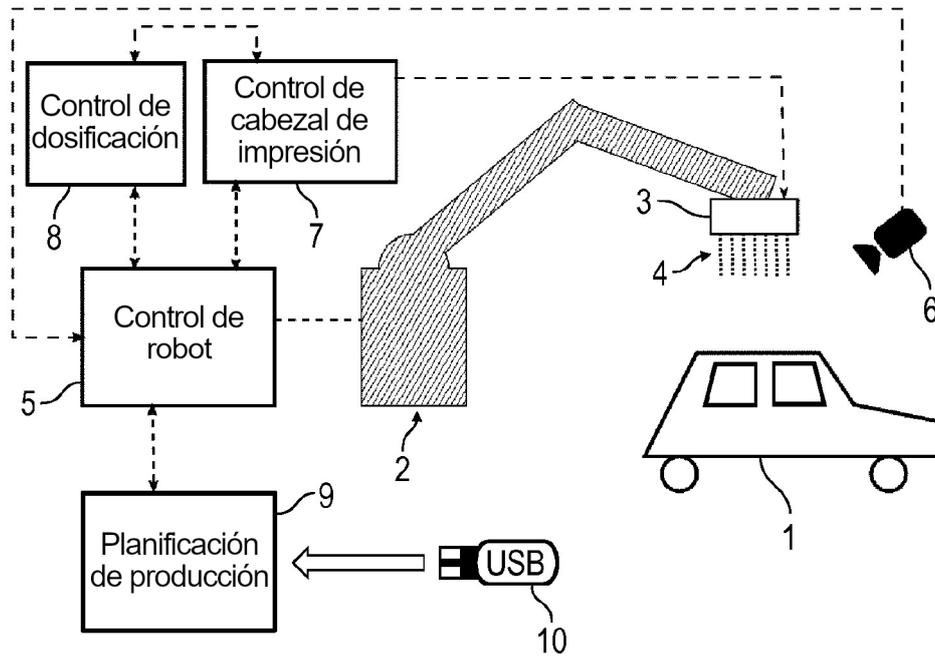


Fig. 1

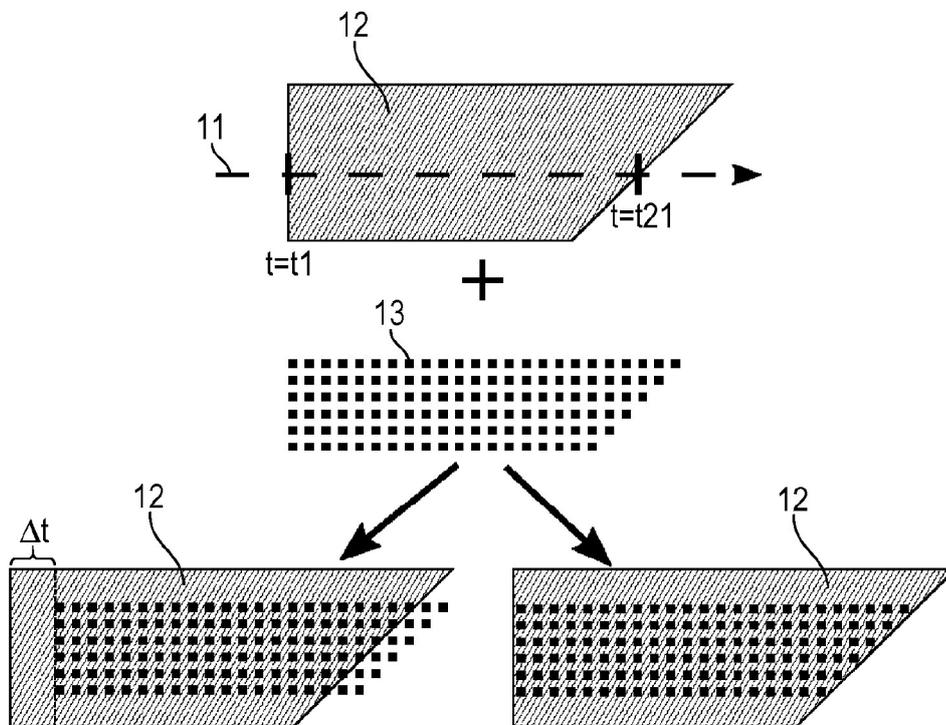


Fig. 2

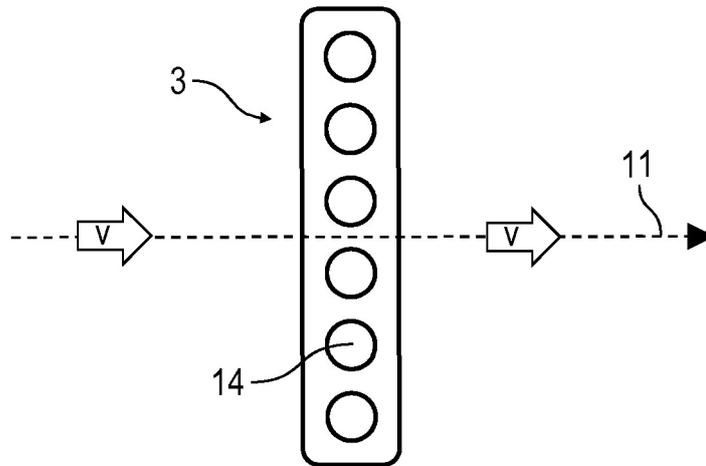


Fig. 3

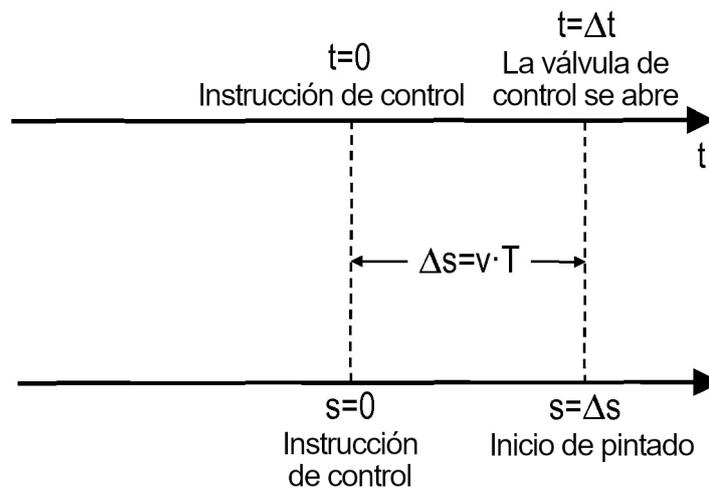


Fig. 4

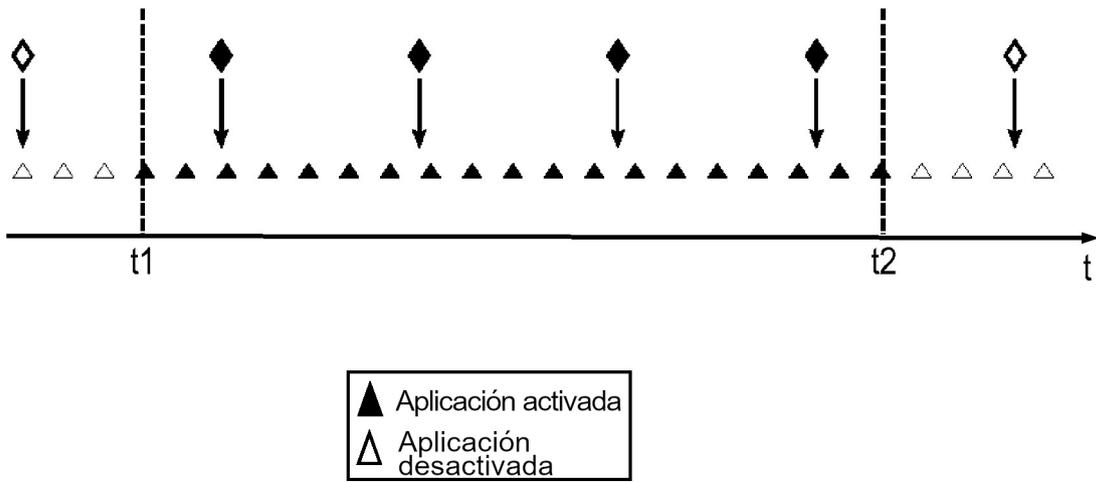


Fig. 5