

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 736**

51 Int. Cl.:

B25J 11/00 (2006.01)

G01M 3/26 (2006.01)

G01M 3/28 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2016 PCT/EP2016/001831**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17084743**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2016 E 16791525 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 3377869**

54 Título: **Sistema de encapsulación a sobrepresión para la protección frente a explosiones y procedimiento de funcionamiento correspondiente**

30 Prioridad:

20.11.2015 DE 102015015089

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

10.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HÄCKER, JENS y
CARLS, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 765 736 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

Sistema de encapsulación a sobrepresión para la protección frente a explosiones y procedimiento de funcionamiento correspondiente.

5

La invención se refiere a un sistema de encapsulación a sobrepresión para la protección frente a explosiones, en particular en una instalación de pintado para pintar componentes de carrocerías de vehículos automóviles. Además, la invención se refiere a un procedimiento de funcionamiento correspondiente para un sistema de encapsulación a sobrepresión de este tipo.

10

Durante el funcionamiento de aparatos (por ejemplo, robots de pintado, combinaciones de aparatos de conmutación electroneumáticos) en zonas con peligro de explosión (por ejemplo, cabinas de pintado), los aparatos tienen que estar protegidos frente a explosiones. Una posibilidad a este respecto consiste en una encapsulación a sobrepresión de los aparatos, alojándose los aparatos en una carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión, que mediante una sobrepresión duradera con aire se protege frente a la penetración de una mezcla de gases susceptible de explotar desde el entorno con peligro de explosión en la carcasa. Tales sistemas de encapsulación a sobrepresión se estandarizan también en la norma técnica DIN EN 60079-2. Un ejemplo de realización concreto para un sistema de encapsulación a sobrepresión de este tipo se describe también en el documento WO 2007/074416 A2. Este sistema de encapsulación a sobrepresión conocido posibilita también mediciones de presión y flujo volumétrico en una salida de carcasa, pudiendo deducirse a partir de los valores de medición una posible fuga de la carcasa de aparato.

15

20

Una desventaja de este sistema de encapsulación a sobrepresión conocido consiste en que solo puede reconocerse una fuga actual de la carcasa de aparato, lo que requiere entonces una medida de mantenimiento inmediata y una desconexión del aparato. Por el contrario, sería deseable reconocer de manera temprana, en el caso de una fuga que está empezando de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión, cuándo conducirá la fuga a una avería del sistema, para poder realizar entonces a tiempo y de manera planificada en el tiempo medidas de mantenimiento. Este reconocimiento temprano de la medida de mantenimiento necesaria posibilitaría entonces también una sincronización de la medida de mantenimiento en el transcurso de funcionamiento normal.

25

30

Por tanto, una desventaja adicional del sistema de encapsulación a sobrepresión conocido se debe a que en la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión está dispuesto un sistema de aire comprimido que, por ejemplo, en el caso de un robot de pintado sirve para hacer funcionar el robot de pintado o la técnica de aplicación. Este sistema de aire comprimido puede contener, por ejemplo, tubos flexibles de aire comprimido y válvulas de control. En el caso de este sistema de aire comprimido, en la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión pueden producirse igualmente casos de fallo, tal como, por ejemplo, una fuga continua del sistema de aire comprimido o una fuga brusca del sistema de aire comprimido, por ejemplo, al rasgarse o estallar un tubo flexible de aire comprimido. Tales casos de fallo del sistema de aire comprimido en la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión pueden reconocerse hasta la fecha sólo mediante un empeoramiento de la calidad de producción o de una avería del sistema.

35

40

Con respecto al estado de la técnica debe hacerse referencia también al documento DE 10 2014 109 731 A1. Esta publicación describe, tal como también la publicación WO 2007/074416 A2 ya citada, un robot convencional con una encapsulación de protección frente a explosiones, que puede lavarse con un gas protector. Sin embargo, a este respecto no está dispuesto dentro de la encapsulación de protección frente a explosiones ningún sistema de aire comprimido que sirva para el funcionamiento del robot y pueda averiarse.

45

Finalmente, con respecto a los antecedentes técnicos generales de la invención debe hacerse referencia también al documento JP H05-115 111 A. Sin embargo, esta publicación es de otro tipo genérico, dado que únicamente describe un transformador estanco a los gases.

50

Por el documento JP 2013 111697 A se conocen un sistema de encapsulación a sobrepresión según el preámbulo de la reivindicación 1 y un procedimiento de funcionamiento según el preámbulo de la reivindicación 13. Sin embargo, este estado de la técnica conocido presenta igualmente las desventajas mencionadas anteriormente.

55

Por tanto, la invención se basa en el objetivo de mejorar de manera correspondiente el sistema de encapsulación a sobrepresión conocido descrito anteriormente. Además, la invención se basa en el objetivo de crear un procedimiento de funcionamiento mejorado correspondientemente para un sistema de encapsulación a sobrepresión de este tipo.

60

Este objetivo se alcanza mediante un sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención o un procedimiento de funcionamiento correspondiente según las reivindicaciones dependientes.

65

El sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención para la protección frente a explosiones presenta en primer lugar, coincidiendo con el estado de la técnica, un aparato, tal como, por ejemplo, un robot de pintado o

una combinación de aparatos de conmutación electroneumáticos. Sin embargo, la invención no está limitada, en cuanto al tipo del aparato que debe protegerse, a robots de pintado y combinaciones de aparatos de conmutación electroneumáticos, sino que también puede implementarse con otros tipos de aparato.

5 A este respecto debe mencionarse que el aparato presenta una carcasa de aparato con una encapsulación a sobrepresión para conseguir una protección frente a explosiones para el aparato, en particular según la norma técnica DIN EN 60079-2. Una encapsulación a sobrepresión de este tipo para una carcasa de aparato se conoce en sí misma por el estado de la técnica y por tanto no tiene que describirse más detalladamente.

10 En la carcasa de aparato se encuentra una salida de carcasa para la derivación de gas desde la carcasa de aparato al entorno. Esto es importante, por ejemplo, cuando la carcasa de aparato se lava antes del inicio del funcionamiento con un gas no susceptible de explosión (por ejemplo, aire comprimido, gas inerte) para eliminar una atmósfera posiblemente inflamable del espacio interno de la carcasa de aparato, abandonando la atmósfera posiblemente inflamable la carcasa de aparato a través de la salida de carcasa. Una operación de lavado de este tipo a través de la salida de carcasa se conoce en sí misma igualmente por el estado de la técnica.

15 Además, el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención comprende, coincidiendo con el estado de la técnica, un sistema de aire comprimido, que está dispuesto por lo menos parcialmente dentro de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión y sirve para el funcionamiento del aparato. Por ejemplo, el sistema de aire comprimido puede presentar válvulas de agente de recubrimiento accionadas neumáticamente para controlar un flujo de agente de recubrimiento. Lo anterior no es necesario para el sistema según la invención. Es cierto que estos elementos están presentes, pero no tienen ninguna influencia sobre el reconocimiento de fugas.

20 Además, el sistema de aire comprimido puede presentar una válvula de control para controlar un flujo de aire comprimido, por ejemplo, para accionar una válvula de agente de recubrimiento accionada neumáticamente. Además, el sistema de aire comprimido puede presentar en la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión un conducto de aire comprimido (por ejemplo, tubo flexible de aire comprimido) para conducir un flujo de aire comprimido. En general, el sistema de aire comprimido puede servir para accionar la técnica de aplicación del robot de pintado. También tales sistemas de aire comprimido se conocen suficientemente, por ejemplo, por robots de pintado convencionales y por tanto no tienen que describirse individualmente con más detalle.

25 Además, el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención comprende una disposición de sensores para medir una magnitud de fluido (por ejemplo, presión, flujo volumétrico) en la carcasa de aparato, en la salida de carcasa y/o en el entorno. Tales disposiciones de sensores para medir la presión o el flujo volumétrico en una carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión igualmente se conocen suficientemente por el estado de la técnica y, por tanto, no tienen que describirse individualmente con más detalle.

30 Además, el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención comprende, coincidiendo con el estado de la técnica, una unidad de evaluación, que está conectada en el lado de entrada con la disposición de sensores y evalúa la magnitud de fluido medida por la disposición de sensores, en particular para reconocer una fuga de la carcasa de aparato.

35 En este sentido, las características del sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención ya se conocen por el estado de la técnica descrito al principio. La invención se caracteriza con respecto al estado de la técnica ahora por una mejor evaluación de la magnitud de fluido medida, para obtener información adicional a partir de ella.

40 En una variante de la invención, la unidad de evaluación determina, en el caso de una fuga que está empezando de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión, en función de la magnitud de fluido medida, un tiempo de funcionamiento restante hasta una medida de mantenimiento necesaria o hasta una avería del sistema. A este respecto debe mencionarse que la unidad de evaluación en la publicación WO 2007/074416 A2 sólo puede reconocer una fuga actual, lo que hace necesaria entonces una desconexión del aparato inmediata y una medida de mantenimiento posterior. Sin embargo, esto resulta desventajoso con el funcionamiento en curso, por ejemplo, de un robot de pintado, porque entonces tiene que interrumpirse el funcionamiento de una línea de pintado completa, lo que está asociado con costes muy elevados. A diferencia de esto, esta idea de la invención posibilita ahora un reconocimiento temprano de una fuga que está empezando, concretamente en un momento en el que todavía no es necesaria ninguna medida de mantenimiento y ninguna desconexión del sistema. La medida de mantenimiento (por ejemplo, el sellado de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión) puede entonces fijarse en el tiempo de una pausa de producción, por ejemplo, en fin de semana, de modo que el funcionamiento de pintado normal de una línea de pintado apenas se vea perjudicado.

45 En otra variante de la invención, la unidad de evaluación no, o no sólo, evalúa la magnitud de fluido medida para poder deducir de la misma una posible fuga de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión. Más bien, la unidad de evaluación deduce, a partir de la magnitud de fluido medida, información sobre el estado del sistema de aire comprimido para reconocer un fallo del sistema de aire comprimido (por ejemplo, el desacoplamiento o estallido de un tubo flexible de aire comprimido). Así, por ejemplo, un desacoplamiento o un estallido de un tubo flexible de

aire comprimido del sistema de aire comprimido conduce a que escape aire comprimido desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión, lo que puede reconocerse por la disposición de sensores. Por ejemplo, una salida de aire comprimido repentina desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión conduce a un aumento correspondientemente repentino del flujo volumétrico a través de la salida de carcasa al entorno, lo que puede reconocerse por la disposición de sensores. Es decir, el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención posibilita ventajosamente un reconocimiento y una diferenciación de diferentes casos de fallo del sistema de aire comprimido en el sistema de encapsulación a sobrepresión. Hasta ahora, tales fallos del sistema de aire comprimido sólo podían reconocerse cuando se producían variaciones de la calidad de producción o averías totales del sistema. Además, hasta ahora sólo era posible con una gran complejidad diferenciar diferentes casos de fallo (por ejemplo, un estallido o desacoplamiento de un tubo flexible de aire comprimido o la falta de estanqueidad del sistema de aire comprimido) del sistema de aire comprimido. Así, para el reconocimiento del motivo de un fallo hasta la fecha era necesario abrir la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión (por ejemplo, una carcasa de robot), lo que requiere mucho trabajo y hace necesaria una interrupción de la producción.

En un ejemplo de realización preferido de la invención, la unidad de evaluación tiene en cuenta el flujo volumétrico del gas desde la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión a través de la salida de carcasa al entorno como magnitud de fluido que debe evaluarse para la determinación del tiempo de funcionamiento restante o para el reconocimiento de un fallo del sistema de aire comprimido. Sin embargo, la invención no está limitada a formas de realización en las que sólo se tiene en cuenta el flujo volumétrico a través de la salida de carcasa como magnitud de fluido que contiene información. Más bien, en el marco de la invención también es posible que en lugar del flujo volumétrico o además del flujo volumétrico se midan y se tengan en cuenta magnitudes de fluido adicionales, tales como, por ejemplo, la presión interna dentro de la carcasa de aparato, la presión ambiente fuera de la carcasa de aparato o magnitudes de fluido adicionales.

Además, en el marco de la invención existe la posibilidad de que el flujo volumétrico se deduzca como magnitud de fluido que contiene información a partir de la presión interna y la presión ambiente. En esta variante de la invención, la disposición de sensores presenta por tanto un sensor de presión interna, que mide la presión interna dentro de la carcasa de aparato, así como un sensor de presión ambiente, que mide la presión ambiente fuera de la carcasa de aparato. La unidad de evaluación puede calcular entonces, a partir de la presión interna medida y la presión ambiente medida, el flujo volumétrico a través de la salida de carcasa al entorno y tenerlo en cuenta entonces como magnitud de fluido que contiene información.

Sin embargo, alternativamente existe también la posibilidad de que la disposición de sensores presente un sensor de flujo volumétrico que mida directamente el flujo volumétrico del gas a través de la salida de carcasa. En este caso, no tiene que calcularse entonces el flujo volumétrico a partir de la presión interna y la presión ambiente. Sin embargo, en el caso de que adicionalmente estén previstos un sensor de presión interna y un sensor de presión ambiente, entonces existe la posibilidad de un control de plausibilidad. A partir de la presión interna y la presión ambiente puede calcularse entonces concretamente un valor de flujo volumétrico, que se compara con el valor de flujo volumétrico que se mide directamente por el sensor de flujo volumétrico. Mediante este control de plausibilidad pueden reconocerse fallos de medición del sensor de presión interna, del sensor de presión ambiente o del sensor de flujo volumétrico.

Además debe mencionarse que la disposición de sensores emite preferentemente una señal de sensor cuantitativa de la por lo menos una magnitud de fluido medida (por ejemplo, flujo volumétrico, presión interna, presión ambiente). Esto significa que la disposición de sensores no sólo emite una señal de sensor cualitativa, que indica únicamente que supera o queda por debajo de un valor límite. Más bien, la señal de sensor cuantitativa emite entonces un valor de medición continuo.

En el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención, en la salida de carcasa puede estar dispuesta una válvula, en particular una válvula de bloqueo que puede controlarse. Esto puede resultar ventajoso para garantizar o comprobar la estanqueidad del sistema de encapsulación a sobrepresión a presiones definidas.

Ya se ha mencionado anteriormente que en una variante de la invención es posible, en el caso de una fuga que está empezando del sistema encapsulado a sobrepresión, calcular el tiempo de funcionamiento restante hasta la medida de mantenimiento necesaria o hasta la avería del sistema. A este respecto debe mencionarse que la magnitud de fluido en el caso de una fuga de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión sigue habitualmente una evolución temporal predeterminada, que es, por ejemplo, lineal y puede archivarse en la unidad de evaluación. La unidad de evaluación mide entonces la evolución temporal real de la magnitud de fluido medida. A partir de la evolución temporal archivada (teórica) de la magnitud de fluido y la evolución temporal medida (real), la unidad de evaluación puede calcular entonces el tiempo de funcionamiento restante hasta la medida de mantenimiento necesaria o hasta la avería del sistema.

Por ejemplo, la unidad de evaluación puede calcular para ello una tendencia estadística de la magnitud de fluido medida. A continuación, la unidad de evaluación puede calcular entonces un punto de corte entre la tendencia estadística de la magnitud de fluido medida y un valor límite predeterminado para la magnitud de fluido. El tiempo

de funcionamiento restante es entonces el tiempo que queda hasta alcanzar el punto de corte entre la tendencia estadística y el valor límite predeterminado, es decir el tiempo restante hasta que la tendencia estadística queda por debajo del valor límite.

5 Ya se ha mencionado anteriormente que una variante de la invención ofrece la posibilidad de reconocer un caso de fallo del sistema de aire comprimido en la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión. Para ello, la unidad de evaluación puede evaluar la evolución temporal de la magnitud de fluido medida (por ejemplo, el flujo volumétrico a través de la salida de carcasa) y compararla con formas típicas de fallo, conocidas, de la evolución temporal, para diferenciar un caso de fallo del sistema de aire comprimido de un estado de funcionamiento normal del sistema de aire comprimido. Además, este reconocimiento de patrones en la evolución temporal de la magnitud de fluido medida (por ejemplo, el flujo volumétrico a través de la salida de carcasa) posibilita también una diferenciación de diferentes casos de fallo del sistema de aire comprimido.

15 Así, la unidad de evaluación puede reconocer, por ejemplo, los siguientes estados de funcionamiento regulares del sistema de aire comprimido y casos de fallo y diferenciarlos entre sí:

- la ventilación de una válvula de control del sistema de aire comprimido al interior de la carcasa de aparato, tratándose de un estado de funcionamiento regular.
- 20 - el desacoplamiento o reventón de un tubo flexible de aire comprimido del sistema de aire comprimido asociado con una salida de aire comprimido repentina desde el tubo flexible de aire comprimido a la carcasa de aparato, tratándose de un primer caso de fallo del sistema de aire comprimido.
- 25 - la falta de estanqueidad del sistema de aire comprimido asociada con una fuga continua desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de aparato, tratándose de un segundo caso de fallo.

30 La ventilación de una válvula de control como estado de funcionamiento regular se manifiesta entonces en un aumento repentino del flujo volumétrico a través de la salida de carcasa al entorno, seguido de una caída repentina del flujo volumétrico dentro de un determinado periodo de tiempo. Es decir, el flujo de aire comprimido a través de la salida de carcasa presenta entonces sólo un "pico" breve.

35 Por el contrario, el desacoplamiento o reventón de un tubo flexible de aire comprimido del sistema de aire comprimido se manifiesta en un aumento repentino del flujo volumétrico desde la carcasa de aparato, manteniéndose el flujo volumétrico aumentado bruscamente entonces alto a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

Además, la unidad de evaluación puede asumir una fuga continua desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de aparato cuando el flujo volumétrico desde la carcasa de aparato aumenta de manera lenta y continua.

40 La invención reivindica protección no sólo para el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención descrito anteriormente. Más bien, la invención reivindica también protección para un procedimiento de funcionamiento correspondiente para un sistema de encapsulación a sobrepresión de este tipo.

45 Otros perfeccionamientos ventajosos de la invención se identifican en las reivindicaciones subordinadas o se explican más detalladamente a continuación junto con la descripción del ejemplo de realización preferido mediante las figuras. Muestran:

- 50 la figura 1 una representación esquemática de un sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención para un robot de pintado,
- la figura 2 un diagrama para ilustrar la caída lenta de la presión interna de la carcasa de aparato encapsulada a sobrepresión en el caso de una fuga que está empezando de la carcasa de aparato,
- 55 la figura 3 un diagrama de flujo para ilustrar el cálculo del tiempo de funcionamiento restante en el caso de una fuga que está empezando de la carcasa de aparato,
- la figura 4 un diagrama para ilustrar el flujo volumétrico desde la salida de aparato de la carcasa de aparato en el caso de diferentes estados de funcionamiento y casos de fallo, y
- 60 la figura 5 un diagrama de flujo para ilustrar el reconocimiento y la diferenciación de diferentes estados de funcionamiento del sistema de aire comprimido en función de la magnitud de fluido medida.

65 La figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema de encapsulación a sobrepresión para un robot 1 de pintado, estando representado el robot 1 de pintado sólo esquemáticamente y presentando una carcasa 2 de robot encapsulada a sobrepresión.

5 En la carcasa 2 de robot encapsulada a sobrepresión se encuentra un sistema de aire comprimido 3, que sólo está representado esquemáticamente y comprende, por ejemplo, válvulas de agente de recubrimiento accionadas neumáticamente, válvulas de control para controlar flujos de aire comprimido y un tubo flexible de aire comprimido 4, alimentándose el tubo flexible de aire comprimido 4 desde un abastecimiento 5 de aire comprimido habitual con aire comprimido. A este respecto debe mencionarse que el sistema de aire comprimido 3 es necesario para el funcionamiento del robot 1 de pintado y por consiguiente en sí mismo no sirve para la protección frente a explosiones.

10 En la pared de la carcasa 2 de robot se encuentra una salida 6 de carcasa, a través de la que puede escapar un flujo volumétrico Q del espacio interno de la carcasa 2 de robot.

15 En la salida 6 de carcasa se encuentra una disposición de sensores 7, que comprende un sensor de presión interna 8 y un sensor de presión ambiente 9. A este respecto, el sensor de presión interna 8 mide una presión interna p_i dentro de la carcasa 2 de robot, mientras que el sensor de presión ambiente 9 mide una presión ambiente p_A fuera de la carcasa 2 de robot.

20 Además, la disposición de sensores 7 comprende además una válvula de lavado 10 que puede controlarse, para poder controlar el flujo volumétrico Q desde la salida de carcasa.

La disposición de sensores 7 está conectada con una unidad de evaluación 11, que por un lado recibe la presión interna medida p_i y la presión ambiente medida p_A y por otro lado controla la válvula de lavado 10.

25 Además, el sistema de encapsulación a sobrepresión según la invención comprende en este ejemplo de realización una válvula de lavado 12 adicional, que posibilita la introducción de aire comprimido desde el tubo flexible de aire comprimido 4 al espacio interno de la carcasa 2 de robot, por ejemplo, en el caso de una operación de lavado.

30 Antes de un inicio del funcionamiento tiene lugar entonces por regla general una operación de lavado, tal como se conoce en sí por el estado de la técnica, para eliminar una atmósfera posiblemente inflamable del espacio interno de la carcasa 2 de robot. Para ello se abren las dos válvulas de lavado 10, 12, de modo que la atmósfera posiblemente inflamable, que se encuentra en el espacio interno de la carcasa 2 de robot, se desplaza y, a través de la salida 6 de carcasa, se extrae mediante lavado de la carcasa 2 de robot. Durante esta operación de lavado, la unidad de evaluación 11 calcula, a partir de la presión interna p_i y la presión ambiente p_A , el flujo volumétrico Q a través de la salida 6 de carcasa y continúa con la operación de lavado hasta que se garantiza que se ha eliminado una atmósfera posiblemente inflamable del espacio interno de la carcasa 2 de robot.

40 Durante el funcionamiento propiamente dicho del robot de pintado puede cerrarse entonces la válvula de lavado 12. Por el contrario, la válvula de lavado 10 puede quedarse abierta o cerrarse opcionalmente, dado que son posibles diferentes modos de funcionamiento en el marco de la invención.

45 A este respecto debe indicarse que la válvula de lavado 10 por regla general está cargada por resorte, de modo que la apertura de la válvula de lavado 10 está predeterminada por una fuerza de resorte mecánica. Por tanto, la denominación como válvula de lavado es algo equívoca, dado que en realidad se trata de un estrangulador o una especie de válvula antirretorno. Sólo existe la válvula de lavado 12, que sirve para introducir activamente aire en el robot. Por el contrario, la válvula de lavado 10 sirve como estrangulador y sólo se abre cuando la presión interna se vuelve demasiado alta.

50 En el funcionamiento del robot de pintado pueden producirse entonces diferentes acontecimientos, que se representan en el dibujo mediante flechas de bloque en línea de trazos 13, 14, 15, 16.

55 A este respecto, la flecha de bloque 13 simboliza una fuga, debida a un fallo, de la carcasa 2 de robot encapsulada a sobrepresión. Esta fuga de la carcasa 2 de robot conduce a una caída de la presión interna p_i , tal como se representa en la figura 2. A este respecto, la fuga empieza en un punto 17 y continúa con una evolución 18 temporal, siguiendo la presión interna p_i una tendencia 19 estadística. A este respecto debe mencionarse que la fuga 13 se debe a un fallo y puede provocarse, por ejemplo, por un desgaste de juntas o por un montaje incorrecto de tapas y cubiertas.

60 De esto debe diferenciarse una fuga natural 13', que tampoco puede evitarse completamente en el caso de un buen sellado y se produce obligatoriamente en una medida reducida. En el caso de un sistema de este tipo, no encapsulado de manera ideal, con la fuga natural 13' se impide la caída de presión mediante el suministro de una cantidad reducida de aire (ajuste fijo).

65 La unidad de evaluación 11 calcula entonces en el caso de la fuga debida a un fallo 13 a partir de la evolución 18 temporal de la presión interna p_i en primer lugar la tendencia 19 estadística. A continuación, la unidad de evaluación 11 calcula el momento en el que la tendencia 19 estadística queda por debajo de un valor 20 límite. Finalmente, la unidad de evaluación 11 calcula entonces el tiempo de funcionamiento restante hasta quedar por

debajo del valor 20 límite. La unidad de evaluación 11 puede calcular de esta manera en el caso de la fuga 13 de la carcasa 2 de robot de manera temprana antes de una medida de mantenimiento necesaria o una avería del sistema, cuánto tiempo queda todavía hasta la medida de mantenimiento o hasta la avería del sistema. De esta manera pueden sincronizarse, en el caso de una fuga que está empezando de la carcasa 2 de robot, medidas de mantenimiento necesarias de manera relativamente sin problemas en el transcurso de funcionamiento normal.

Además debe mencionarse que en el caso en el que el operador ignore el aviso, aun así puede mantenerse a lo largo de un cierto tiempo el funcionamiento, cuando el sistema de encapsulación a sobrepresión dispone de una válvula de lavado con gran cantidad y una segunda válvula o una derivación con cantidad reducida. El robot se mantiene entonces en vida a través de una regulación de dos puntos.

Por el contrario, la flecha de bloque 15 muestra una ventilación de válvula de una válvula de control del sistema de aire comprimido 3 al espacio interno de la carcasa 2 de robot. A este respecto no se trata de un caso de fallo, sino de un acontecimiento de funcionamiento regular, que no requiere ninguna medida. Para reconocer una ventilación de válvula 15 de este tipo, la unidad de evaluación 11 tiene en cuenta el flujo volumétrico Q desde la salida 6 de carcasa. A este respecto, la ventilación de válvula 15 conduce a un aumento repentino del flujo volumétrico Q, seguido por una caída igualmente repentina del flujo volumétrico Q, como se representa en la figura 4.

Por el contrario, la flecha de bloque 14 en el dibujo simboliza una fuga continua desde el sistema de aire comprimido 3 a la carcasa 2 de robot, lo que conduce a un aumento continuo del flujo volumétrico Q desde la salida de aparato 6, tal como se representa en la figura 4.

Por el contrario, la flecha de bloque 16 simboliza una salida de aire repentina desde el tubo flexible de aire comprimido 4 a la carcasa 2 de robot, provocada por un estallido o un desacoplamiento del tubo flexible de aire comprimido 4. Esto conduce a un aumento repentino del flujo volumétrico Q, que se mantiene a lo largo de un determinado periodo de tiempo y no cae de nuevo, tal como se representa en la figura 4.

La figura 3 muestra las diferentes etapas que ejecuta la unidad de evaluación 11 para, en el caso de la fuga 13 de la carcasa 2 de robot, calcular el tiempo de funcionamiento restante.

En una primera etapa S1 se mide en primer lugar por medio del sensor de presión interna 8 la presión interna p_i en la carcasa 2 de robot.

En una segunda etapa S2 se mide entonces la tendencia 19 estadística de la presión interna p_i .

En una etapa adicional S3 se calcula entonces el punto de corte de la tendencia 19 con el valor 20 límite.

Finalmente, la unidad de evaluación 11 calcula entonces en una etapa S4 el tiempo de funcionamiento restante hasta el punto de corte, es decir hasta una medida de mantenimiento necesaria o una avería del sistema.

Por el contrario, la figura 5 muestra las etapas que ejecuta la unidad de evaluación 11 para diferenciar entre sí los acontecimientos descritos anteriormente, concretamente la fuga 14 desde el sistema de aire comprimido 3, la ventilación de válvula 15 desde el sistema de aire comprimido 3 y el desacoplamiento del tubo flexible 16.

Para ello, en una primera etapa S1 se mide la presión interna p_i dentro de la carcasa 2 de robot.

En una segunda etapa S2 se mide entonces de manera continua la presión ambiente p_A fuera de la carcasa de robot.

En una etapa adicional S3, la unidad de evaluación calcula entonces, a partir de la presión interna medida p_i y la presión ambiente medida p_A , el flujo volumétrico Q a través de la salida 6 de carcasa.

Alternativamente existe también la posibilidad de que el flujo volumétrico Q se mida directamente mediante un sensor de flujo volumétrico, que sin embargo no se representa en los dibujos.

En una etapa S4 se comprueba entonces en primer lugar si el flujo volumétrico Q aumenta bruscamente, tal como es el caso, por ejemplo, en el caso de la ventilación de válvula 15 o en el caso del desacoplamiento del tubo flexible 16. Si este es el caso, entonces en una etapa S5 se comprueba si el flujo volumétrico cae de nuevo bruscamente, lo que apunta a la ventilación de válvula 15.

Sin embargo, si esta comprobación da como resultado que el flujo volumétrico no cae de nuevo en un plazo de tiempo corto, entonces en una etapa S6 se reconoce que el tubo flexible de aire comprimido 4 se ha desacoplado o ha reventado.

Por el contrario, si en la etapa S4 se establece que no tiene lugar ningún aumento brusco del flujo volumétrico,

entonces en una etapa S7 se comprueba si el flujo volumétrico Q aumenta de manera continua a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, lo que apunta a la fuga 14 del sistema de aire comprimido 3.

5 Dado el caso se reconoce entonces en una etapa S8 que tiene lugar una fuga desde el sistema de aire comprimido 3 a la carcasa 2 de robot.

Las etapas anteriores según las figuras 3 y 5 pueden repetirse de manera continua con el funcionamiento en curso, para monitorizar el funcionamiento.

10 La invención no está limitada al ejemplo de realización preferido descrito anteriormente. Por el contrario, son posibles un gran número de variantes y modificaciones, que utilizan igualmente la idea inventiva y por tanto se encuentran dentro del alcance de protección. En particular, la invención reivindica también protección para el objeto y las características de las reivindicaciones subordinadas independientemente de las reivindicaciones a las que se haga referencia en cada caso.

15 **Lista de símbolos de referencia:**

- 1 robot de pintado
- 20 2 carcasa de robot encapsulada a sobrepresión
- 3 sistema de aire comprimido en la carcasa de robot
- 4 tubo flexible de aire comprimido al sistema de aire comprimido
- 25 5 abastecimiento de aire comprimido
- 6 salida de carcasa de la carcasa de robot
- 30 7 disposición de sensores
- 8 sensor de presión interna
- 9 sensor de presión ambiente
- 35 10 válvula de lavado en la salida de carcasa
- 11 unidad de evaluación
- 40 12 válvula de lavado en el tubo flexible de aire comprimido
- 13 fuga debida a un fallo desde la carcasa de robot al entorno
- 13' fuga natural desde la carcasa de robot al entorno
- 45 14 fuga desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de robot
- 15 ventilación de válvula desde el sistema de aire comprimido a la carcasa de robot
- 50 16 salida de aire brusca desde el tubo flexible de aire comprimido al estallar o desacoplarse el tubo flexible de aire comprimido
- 17 inicio de la fuga de la carcasa de robot
- 55 18 evolución temporal de la presión interna p_i en el caso de una fuga que está empezando desde la carcasa de robot al entorno
- 19 tendencia estadística de la presión interna p_i
- 60 20 valor límite de la presión interna
- p_i presión interna
- p_A presión ambiente
- 65 Q flujo volumétrico desde la salida de carcasa

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de encapsulación a sobrepresión para la protección frente a explosiones, en particular en una instalación de pintado para pintar componentes de carrocerías de vehículos automóviles, con
- 10 a) un aparato (1), en particular un robot de pintado (1),
- b) una carcasa (2) de aparato con una encapsulación a sobrepresión para conseguir una protección frente a explosiones para el aparato (1), en particular según la norma DIN EN 60079-2,
- 15 c) una salida (6) de carcasa en la carcasa (2) de aparato para la derivación de gas desde la carcasa (2) de aparato a través de la salida (6) de carcasa a un entorno,
- d) un sistema de aire comprimido (3, 4) para hacer funcionar el aparato (1) por medio de aire comprimido, estando dispuesto el sistema de aire comprimido (3, 4) por lo menos parcialmente dentro de la carcasa (2) de aparato encapsulada a sobrepresión,
- 20 e) una disposición de sensores (7, 8, 9) para medir por lo menos una magnitud de fluido (Q , p_i , p_A) en la carcasa (2) de aparato, en la salida (6) de carcasa y/o en el entorno, y
- f) una unidad de evaluación (11), que está conectada en el lado de entrada con la disposición de sensores (7, 8, 9) y evalúa la magnitud de fluido (Q , p_i , p_A) medida por la disposición de sensores (7, 8, 9), en particular para reconocer una fuga (13) de la carcasa (2) de aparato,
- 25 caracterizado por que
- g) en el caso de una fuga (13) de la carcasa (2) de aparato, la unidad de evaluación (11), en función de la magnitud de fluido medida (Q , p_i , p_A), determina un tiempo de funcionamiento restante hasta una medida de mantenimiento necesaria o hasta una avería del sistema, y/o
- 30 h) la unidad de evaluación (11) en función de la magnitud de fluido medida (Q , p_i , p_A) reconoce un fallo (14, 16) del sistema de aire comprimido (3, 4).
- 35 2. Sistema de encapsulación a sobrepresión según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad de evaluación (11) tiene en cuenta el flujo volumétrico (Q) del gas a través de la salida (6) de carcasa como magnitud de fluido que debe evaluarse (Q) para la determinación del tiempo de funcionamiento restante y/o para el reconocimiento de un fallo (14, 16) del sistema de aire comprimido (3, 4).
- 40 3. Sistema de encapsulación a sobrepresión según la reivindicación 2, caracterizado por que la disposición de sensores (7, 8, 9) presenta lo siguiente:
- a) un sensor de presión interna (8), que mide la presión interna (p_i) dentro de la carcasa (2) de aparato, y
- 45 b) un sensor de presión ambiente (9), que mide la presión ambiente (p_A) fuera de la carcasa (2) de aparato,
- c) calculando la unidad de evaluación (11) a partir de la presión interna medida (p_i) y la presión ambiente medida (p_A) el flujo volumétrico (Q) del gas a través de la salida (6) de carcasa.
- 50 4. Sistema de encapsulación a sobrepresión según la reivindicación 1, caracterizado por que la disposición de sensores (7, 8, 9) presenta un sensor de flujo volumétrico, que mide el flujo volumétrico (Q) del gas a través de la salida (6) de carcasa.
- 55 5. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la disposición de sensores (7, 8, 9) emite una señal de sensor cuantitativa (p_i , p_A) de la por lo menos una magnitud de fluido medida (Q , p_i , p_A).
- 60 6. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la salida (6) de carcasa está dispuesta una válvula (10), en particular una válvula de bloqueo (10) que puede controlarse o no.
- 65 7. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- a) la magnitud de fluido (p_i) en el caso de una fuga (13) sigue una evolución (18) temporal predeterminada, que se archiva en la unidad de evaluación (11),
- b) la unidad de evaluación (11) mide la evolución (18) temporal de la magnitud de fluido medida,

- 5 c) la unidad de evaluación (11) calcula a partir de la evolución temporal archivada y la evolución (18) temporal medida el tiempo de funcionamiento restante hasta la medida de mantenimiento o hasta la avería del sistema.
8. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- 10 a) la unidad de evaluación (11) calcula una tendencia (19) estadística de la magnitud de fluido medida,
- b) la unidad de evaluación (11) calcula un punto de corte entre la tendencia (19) estadística de la magnitud de fluido medida (p_i) y un valor (20) límite predeterminado para la magnitud de fluido (p_i), y
- c) la unidad de evaluación (11) calcula el tiempo de funcionamiento restante hasta el punto de corte.
- 15 9. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- a) la unidad de evaluación (11) mide la evolución temporal de la magnitud de fluido medida (Q),
- 20 b) la unidad de evaluación (11) evalúa la forma de la evolución temporal de la magnitud de fluido medida (Q), para diferenciar un caso de fallo (14, 16) del sistema de aire comprimido (3, 4) de un estado (15) de funcionamiento normal del sistema de aire comprimido (3, 4).
- 25 10. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de evaluación (11) reconoce, en función de la magnitud de fluido medida (Q), los siguientes casos de fallo (14, 16) y estados (15) de funcionamiento regulares del sistema de aire comprimido (3, 4) del aparato (1) y los diferencia entre sí:
- 30 a) la ventilación de una válvula de control del sistema de aire comprimido (3, 4) como estado (15) de funcionamiento regular,
- b) el desacoplamiento o reventón de un tubo flexible de aire comprimido (4) del sistema de aire comprimido (3, 4) como primer caso de fallo (16) asociado con una salida de aire comprimido repentina desde el tubo flexible de aire comprimido (4) a la carcasa (2) de aparato, y
- 35 c) la falta de estanqueidad del sistema de aire comprimido (3, 4) como segundo caso de fallo (14) asociado con una fuga continua (13) desde el sistema de aire comprimido (3, 4) a la carcasa (2) de aparato.
11. Sistema de encapsulación a sobrepresión según la reivindicación 10, caracterizado por que
- 40 a) la unidad de evaluación (11) asume el estado (15) de funcionamiento regular del sistema de aire comprimido (3, 4) cuando el flujo volumétrico (Q) desde la carcasa (2) de aparato aumenta bruscamente y entonces cae de nuevo bruscamente, y/o
- 45 b) la unidad de evaluación (11) asume el primer caso de fallo (16) del sistema de aire comprimido (3, 4) cuando el flujo volumétrico (Q) desde la carcasa (2) de aparato aumenta bruscamente y entonces no cae de nuevo a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado, y/o
- 50 c) la unidad de evaluación (11) asume el segundo caso de fallo (14) del sistema de aire comprimido (3, 4) cuando el flujo volumétrico (Q) desde la carcasa (2) de aparato aumenta de manera continua.
12. Sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sistema de aire comprimido (3, 4) del aparato (1) contiene por lo menos uno de los siguientes componentes:
- 55 a) una válvula de agente de recubrimiento accionada neumáticamente para controlar un flujo de agente de recubrimiento,
- b) una válvula de control para controlar un flujo de aire comprimido, en particular para accionar la válvula de agente de recubrimiento,
- 60 c) un conducto de aire comprimido (4) para conducir un flujo de aire comprimido, en particular como tubo flexible de aire comprimido (4).
13. Procedimiento de funcionamiento para un sistema de encapsulación a sobrepresión, en particular para un sistema de encapsulación a sobrepresión según una de las reivindicaciones anteriores, con las siguientes etapas:
- 65

ES 2 765 736 T3

- a) hacer funcionar un aparato (1) por medio de un sistema de aire comprimido (3, 4), que está dispuesto por lo menos parcialmente en un espacio interno de una carcasa (2) del aparato (1) encapsulada a sobrepresión, presentando la carcasa (2) de aparato una salida (6) de carcasa,
- 5 b) solicitar con presión el espacio interno de la carcasa (2) del aparato (1),
- c) medir una magnitud de fluido (Q , p_i , p_A) en la carcasa (2) de aparato, en la salida (6) de carcasa y/o en el entorno, y
- 10 d) evaluar la magnitud de fluido medida (Q , p_i , p_A), en particular para reconocer una fuga (13),
- caracterizado por las siguientes etapas:
- 15 e) determinar un tiempo de funcionamiento restante hasta una medida de mantenimiento necesaria o hasta una avería del sistema en el caso de una fuga que está empezando (13) desde la carcasa (2) de aparato en función de la magnitud de fluido medida, y/o
- 20 f) detectar un fallo (14, 16) del sistema de aire comprimido (3, 4) en función de la magnitud de fluido medida (Q , p_i , p_A).

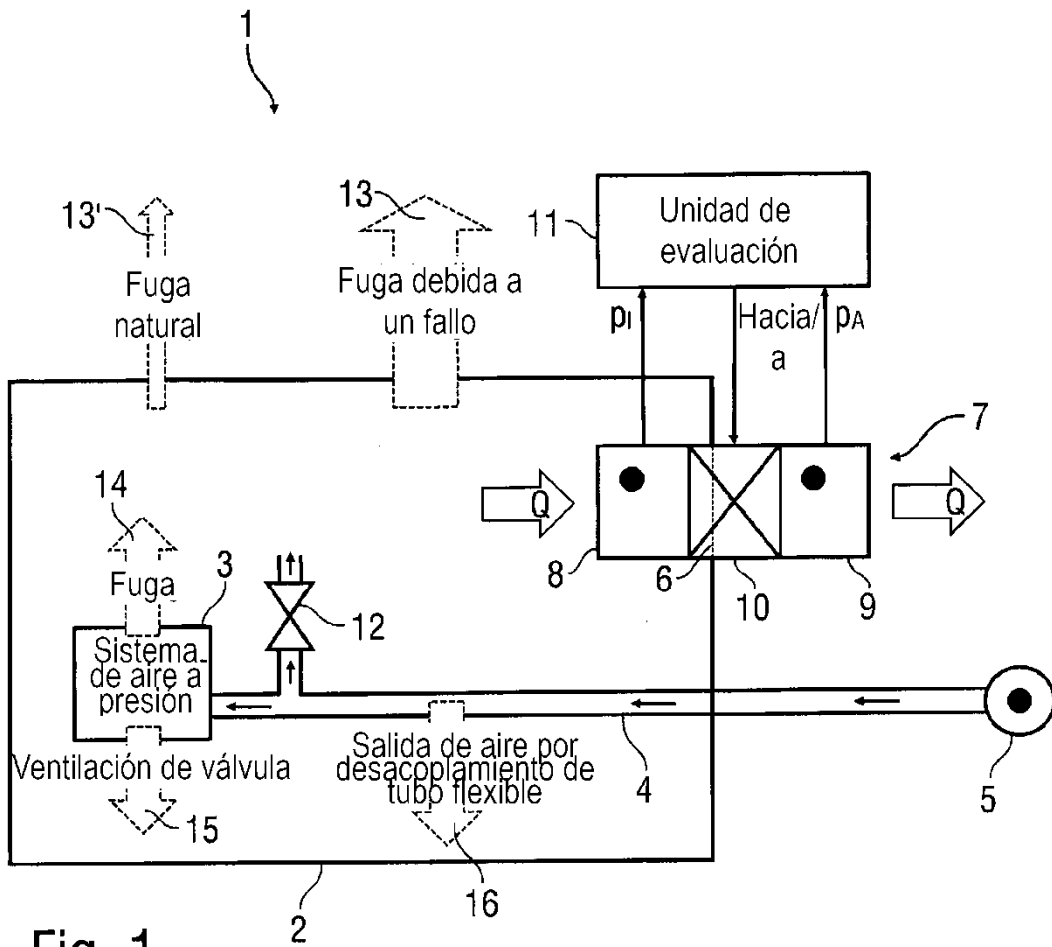


Fig. 1

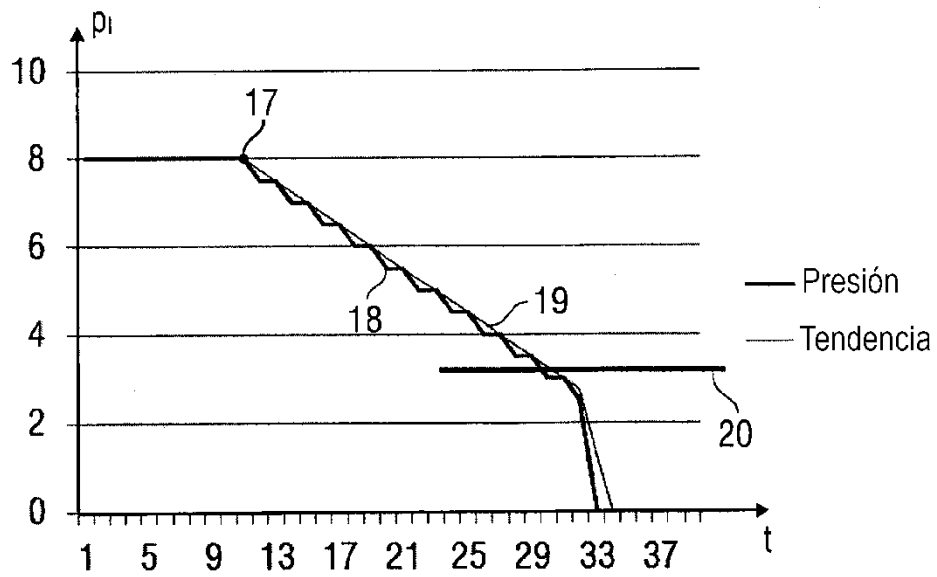


Fig. 2

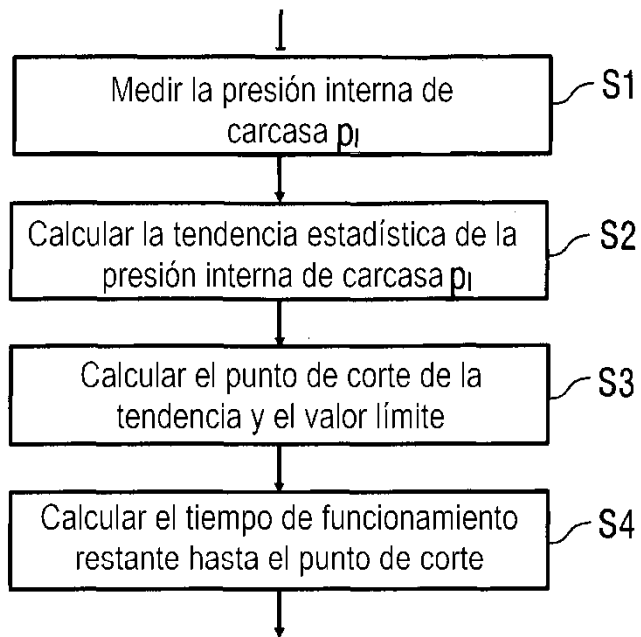


Fig. 3

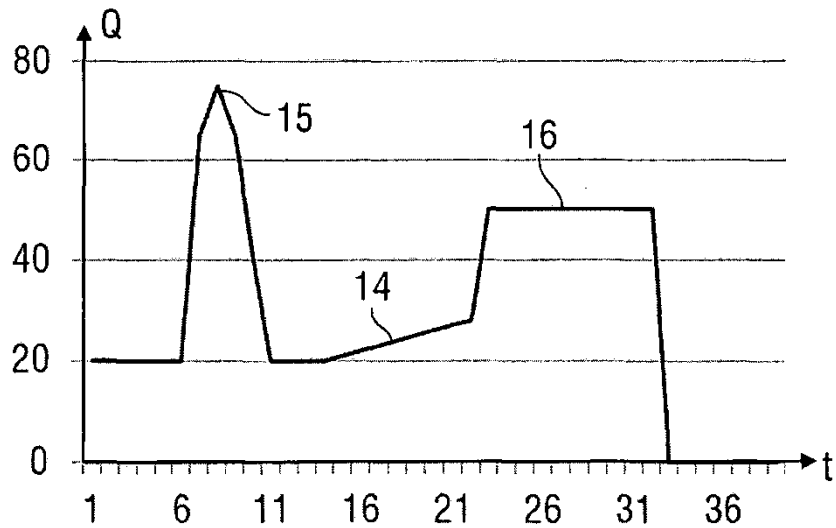


Fig. 4

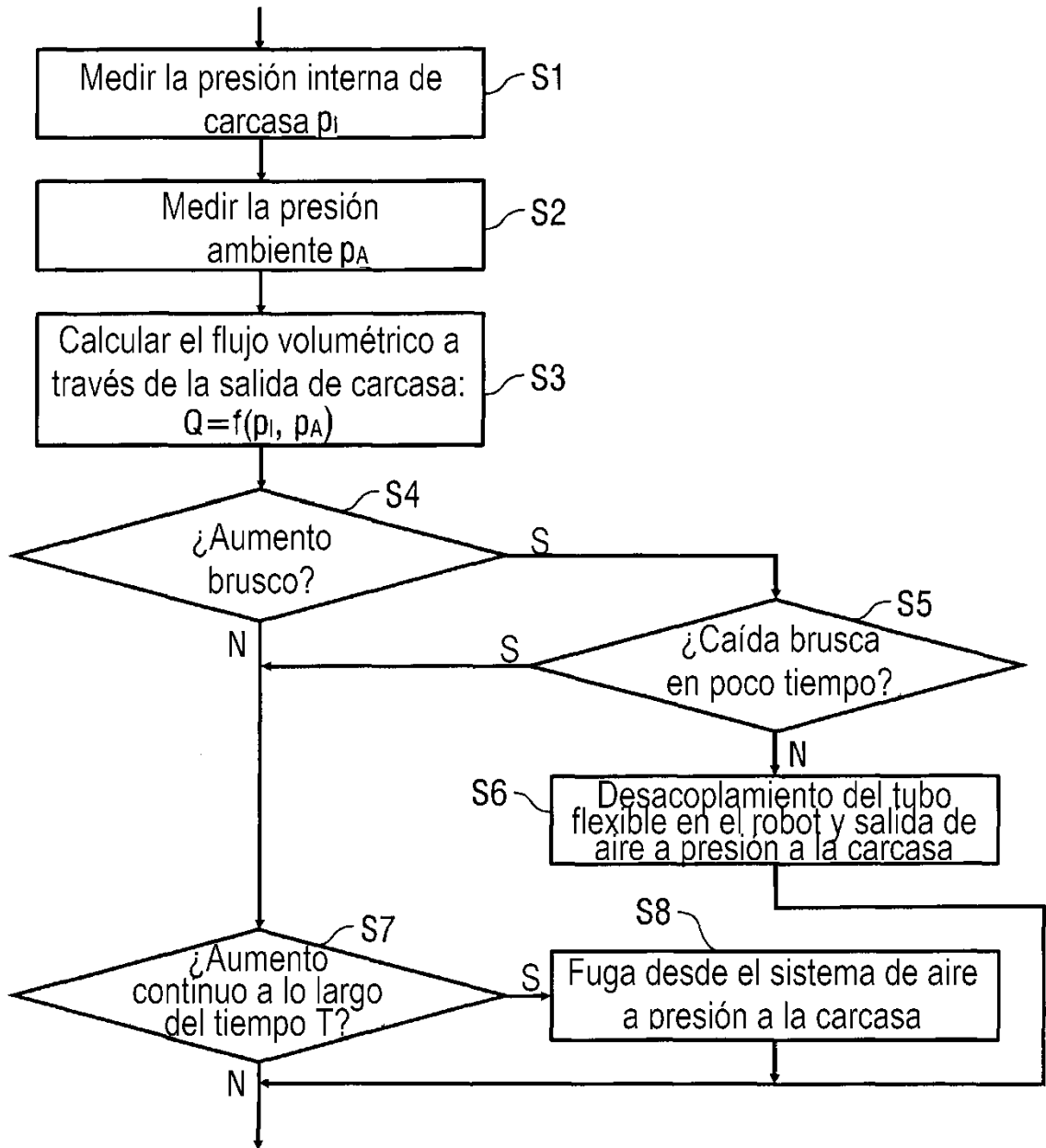


Fig. 5