

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 202**

51 Int. Cl.:

**F04C 25/02** (2006.01)

**F04C 28/02** (2006.01)

**F04C 18/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2014 PCT/EP2014/071197**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16050313**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2014 E 14781160 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3201469**

54 Título: **Sistema de bombeo para generar un vacío y procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.10.2020**

73 Titular/es:

**ATELIERS BUSCH S.A. (100.0%)  
Rue des Moissons Zone Industrielle  
2906 Chevenez, CH**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, DIDIER;  
LARCHER, JEAN-ERIC y  
ILTCHEV, THÉODORE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 785 202 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 bombeo para generar un vacío y procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención se refiere al campo de las técnicas del vacío. Conciernen, más exactamente, a un sistema de bombeo que comprende al menos una bomba de garras, así como a un procedimiento de bombeo por medio de este sistema de bombeo.

**Técnica anterior**

10 Los objetivos generales de aumento de las prestaciones de las bombas de vacío, de reducción de los costes de las instalaciones y del consumo de energía en las industrias como la industria química, la industria farmacéutica, la industria de la deposición a vacío, la industria de los semiconductores, etc. han conducido a significativas evoluciones en cuanto a prestaciones, a ahorro de energía, a espacio ocupado, en los accionamientos, etc.

15 El estado de la técnica muestra que, para mejorar el vacío final, es menester, por ejemplo, añadir etapas suplementarias en las bombas de vacío de tipo Roots multietapa o Claws (de garras) multietapa. Para las bombas de vacío secas del tipo de husillo, es menester ponerle a los husillos vueltas suplementarias, y/o aumentar la relación de compresión interna.

20 La velocidad de giro de la bomba desempeña una función importantísima, definiendo el funcionamiento de la bomba en las diferentes fases que van sucediéndose en el transcurso del vaciado del recinto a vacío. Con las relaciones de compresión interna de las bombas disponibles en el mercado (cuyo orden de magnitud se sitúa, por ejemplo, entre 2 y 20), la potencia eléctrica requerida en las primeras fases de bombeo, cuando la presión en la aspiración se encuentra entre la presión atmosférica y 100 mbar aproximadamente, es decir, en funcionamiento a acusado caudal másico, sería muy elevada si no pudiera reducirse la velocidad de giro de la bomba.

25 La solución trivial es utilizar un variador de velocidad que permite la reducción o el aumento de la velocidad y, consecuentemente, de la potencia en función de los diferentes criterios de tipo presión, corriente máxima, par límite, temperatura, etc. Pero durante los periodos de funcionamiento en velocidad de giro reducida, hay descensos de caudal a alta presión, al ser el caudal proporcional a la velocidad de giro. Así pues, la variación de velocidad mediante variador de frecuencia impone un coste y un requerimiento de espacio suplementarios.

30 Otra solución trivial es la utilización de las válvulas de tipo de derivación en ciertas etapas, en las bombas de vacío multietapa de tipo Roots o de garras (Claws), o en ciertas posiciones bien definidas a lo largo de los husillos, en las bombas de vacío secas del tipo de husillo. Esta solución precisa de abundantes piezas y presenta problemas de fiabilidad.

35 El estado de la técnica referente a los sistemas de bombas de vacío que se encaminan al mejoramiento del vacío final y al aumento del caudal comprende típicamente bombas booster de tipo Roots establecidas aguas arriba de las bombas principales secas. Este tipo de sistema es abultado, funciona, bien con válvulas de derivación, que presentan problemas de fiabilidad, o bien empleando medios de medición, control, graduación o servocontrol. Sin embargo, estos medios de control, graduación o servocontrol deben ser pilotados de una manera activa, lo cual forzosamente redundaría en un aumento del número de componentes del sistema, de su complejidad y de su coste.

40 La solicitud de patente US 2003/0068233 A1 propone un sistema de bombeo a vacío que comprende una bomba principal, cuya impulsión está enlazada a un conducto de escape dotado de una válvula antirretorno. Se prevé, asimismo, una bomba auxiliar, aguas abajo de la bomba principal. Esta bomba auxiliar está enlazada en paralelo con la válvula antirretorno.

También son conocidos sistemas de bombeo a vacío que comprenden una bomba principal y una bomba auxiliar enlazada en paralelo con una válvula antirretorno por los documentos WO 2014/012896 A2, JP 2007100562 A, EP 1243795 A1, DE 8816875 U1 y DE 3842886 A1.

**Sumario de la invención**

45 La presente invención tiene por finalidad permitir la obtención de un vacío mejor que aquel (del orden de 0,01 mbar) que es capaz de generar en un recinto a vacío una sola bomba de garras.

La presente invención también tiene por finalidad permitir la obtención de un caudal de vaciado que sea superior a baja presión a aquel que puede obtenerse con el concurso de una sola bomba de garras en un bombeo para realizar un vacío en un recinto a vacío.

50 Asimismo, la presente invención tiene por finalidad permitir una reducción de la energía eléctrica necesaria para el vaciado de un recinto a vacío y el mantenimiento del vacío, así como un descenso de la temperatura de los gases de salida.

Estas finalidades de la presente invención se consiguen con el concurso de un sistema de bombeo para generar un vacío, que comprende una bomba de vacío principal que es una bomba de garras que tiene una aspiración de entrada de los gases unida a un recinto a vacío y una impulsión de salida de los gases que da a un conducto de evacuación de los gases hacia una salida de escape de los gases fuera del sistema de bombeo. El sistema de bombeo comprende, además, una válvula antirretorno posicionada entre la impulsión de salida de los gases y la salida de escape de los gases, así como una bomba de vacío auxiliar que tiene su motor y que está enlazada en paralelo con la válvula antirretorno. La bomba de vacío auxiliar se establece en orden a ponerse en funcionamiento al mismo tiempo que la bomba de vacío principal y a bombear todo el tiempo que la bomba de vacío principal bombea los gases contenidos en el recinto a vacío y todo el tiempo que la bomba de vacío principal mantiene una presión definida en el recinto a vacío.

La bomba de vacío auxiliar puede ser de diferentes tipos, en especial otra bomba de garras, una bomba seca del tipo de husillo, una bomba de tipo Roots multietapa, una bomba de membrana, una bomba seca de paletas, una bomba de paletas lubricadas.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de bombeo por medio de un sistema de bombeo tal y como se ha definido anteriormente. Este procedimiento incluye unos pasos en los que:

- la bomba de vacío principal se pone en funcionamiento con el fin de bombear los gases contenidos en el recinto a vacío y de impeler estos gases por su impulsión de salida de los gases;
- al mismo tiempo que la bomba de vacío principal, la bomba de vacío auxiliar se pone en funcionamiento; y
- la bomba de vacío auxiliar sigue bombeando todo el tiempo que la bomba de vacío principal bombea los gases contenidos en el recinto a vacío y todo el tiempo que la bomba de vacío principal mantiene una presión definida en el recinto a vacío.

En el procedimiento según la invención, se hace funcionar la bomba auxiliar en continuo todo el tiempo que la bomba de vacío principal de garras vacía el recinto a vacío, pero también todo el tiempo que la bomba de vacío principal de garras mantiene una presión definida (p. ej., el vacío final) en el recinto a vacío, evacuando los gases por su impulsión.

Merced al procedimiento según la invención, el acoplamiento de la bomba de vacío principal de garras y de la bomba auxiliar puede llevarse a cabo sin precisar de mediciones ni de aparatos específicos (p. ej., sensores de presión, de temperatura, de corriente, etc.) ni de servocontroles ni de gestión de datos, y sin cálculos. Consecuentemente, el sistema de bombeo adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de bombeo según la presente invención puede comprender tan solo un número mínimo de componentes, presentar una gran simplicidad y costar mucho más barato, con respecto a los sistemas existentes.

Merced al procedimiento según la invención, la bomba de vacío principal de garras puede funcionar a una sola velocidad constante, la de la red eléctrica, o bien girar a velocidades variables atendiendo su propio modo de funcionamiento. Consecuentemente, se pueden reducir más la complejidad y el coste del sistema de bombeo adaptado para la puesta en práctica del procedimiento de bombeo según la presente invención.

Por su naturaleza, la bomba auxiliar integrada en el sistema de bombeo puede funcionar siempre atendiendo al procedimiento de bombeo según la invención sin padecer daños mecánicos. Su dimensionamiento viene condicionado por un consumo energético mínimo para el funcionamiento del dispositivo. Su caudal nominal se elige en función del volumen del conducto de evacuación entre la bomba de vacío principal de garras y la válvula antirretorno. Este caudal puede ser ventajosamente de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal de garras, pero también puede ser inferior o superior a estos valores, especialmente de 1/500 a 1/10, o bien de 1/500 a 1/5 del caudal nominal de la bomba de vacío principal.

La válvula antirretorno, ubicada en el conducto aguas abajo de la bomba de vacío principal de garras, puede ser, por ejemplo, un elemento estándar disponible en el mercado, pero cabe imaginar asimismo diseñar un elemento dedicado a la aplicación específica. Se dimensiona atendiendo al caudal nominal de la bomba de vacío principal de garras. En particular, se prevé que la válvula antirretorno se cierre cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal de garras se sitúa entre 500 mbar absolutos y el vacío final (p. ej. 100 mbar).

De acuerdo con aún otra variante, la bomba auxiliar se puede realizar en materiales y/o con recubrimientos con elevada resistencia química a las sustancias y gases comúnmente utilizados en la industria de los semiconductores.

La bomba auxiliar es preferentemente de pequeño tamaño.

Preferentemente, atendiendo al procedimiento de bombeo que emplea el sistema de bombeo según la invención, la bomba de vacío auxiliar siempre bombea dentro del volumen entre la impulsión de salida de los gases de la bomba de vacío principal de garras y la válvula antirretorno.

El dimensionamiento de la bomba de vacío auxiliar se encamina a un consumo de energía mínimo de su motor. Su caudal nominal se elige en función del caudal de la bomba de vacío principal de garras, pero también teniendo en cuenta el volumen que delimita el conducto de evacuación de los gases entre la bomba de vacío principal y la válvula antirretorno. Este caudal puede ser de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal de garras, pero también puede ser inferior o superior a estos valores.

Al principio de un ciclo de vaciado del recinto, la presión en él es elevada, por ejemplo igual a la presión atmosférica. Vista la compresión en la bomba de vacío principal de garras, la presión de los gases impelidos en su salida es más alta que la presión atmosférica (si los gases en la salida de la bomba principal son impelidos directamente a la atmósfera) o más alta que la presión en la entrada de otro aparato conectado aguas abajo. Esto provoca la apertura de la válvula antirretorno.

Cuando la válvula antirretorno está abierta, la acción de la bomba de vacío auxiliar se acusa muy escasamente, ya que la presión en su aspiración es casi igual a aquella en su impulsión. En cambio, cuando la válvula antirretorno se cierra a una cierta presión (porque la presión en el recinto ha bajado mientras tanto), la acción de la bomba de vacío auxiliar provoca una reducción progresiva de la diferencia de presión entre el recinto a vacío y el conducto de evacuación aguas arriba de la válvula.

La presión en la salida de la bomba de vacío principal de garras pasa a ser la de la entrada de la bomba de vacío auxiliar, siendo siempre la de su salida la presión en el conducto después de la válvula antirretorno. Cuanto más bombea la bomba de vacío auxiliar, más se reduce la presión en la salida de la bomba de vacío principal de garras, dentro del volumen limitado por la válvula antirretorno cerrada y, consecuentemente, baja la diferencia de presión entre el recinto y la salida de la bomba de vacío principal de garras. Esta escasa diferencia reduce las fugas internas en la bomba de vacío principal de garras y origina un descenso de la presión en el recinto, lo cual mejora el vacío final.

Además, la bomba de vacío principal de garras va consumiendo cada vez menos energía para la compresión y produciendo cada vez menos calor de compresión.

Por otro lado, también es evidente que el estudio del concepto mecánico pretende reducir el volumen entre la impulsión de salida de los gases de la bomba de vacío principal de garras y la válvula antirretorno, con el propósito de poder hacer que baje la presión en él más deprisa.

### Breve descripción de los dibujos

Las particularidades y las ventajas de la presente invención se irán poniendo de manifiesto con más detalles dentro del ámbito de la descripción que sigue, con ejemplos de realización dados a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos que se adjuntan, que representan:

la figura 1 representa de manera esquemática un sistema de bombeo adaptado para la realización de un procedimiento de bombeo según una forma de realización de la presente invención; y

la figura 2 representa de manera esquemática un sistema de bombeo adaptado para la realización de un procedimiento de bombeo no conforme a la presente invención.

### Descripción detallada de las formas de realización de la invención

La figura 1 representa un sistema de bombeo SP para generar un vacío, que está adaptado para la puesta en práctica de un procedimiento de bombeo según una forma de realización de la presente invención.

Este sistema de bombeo SP incluye un recinto 1, el cual está unido a la aspiración 2 de una bomba de vacío principal constituida por una bomba de garras 3. La impulsión de salida de los gases de la bomba de vacío principal de garras 3 está unida a un conducto de evacuación 5. Se halla ubicada una válvula antirretorno impelente 6 dentro del conducto de evacuación 5, el cual, después de esta válvula antirretorno, continúa en conducto de salida de los gases 8. La válvula antirretorno 6, cuando está cerrada, permite la formación de un volumen 4, comprendido entre la impulsión de salida de los gases de la bomba de vacío principal de garras 3 y ella misma.

El sistema de bombeo SP también incluye la bomba de vacío auxiliar 7, conectada en paralelo con la válvula antirretorno 6. La aspiración de la bomba de vacío auxiliar está unida al volumen 4 del conducto de evacuación 5 y su impulsión está unida al conducto 8.

Desde la misma puesta en marcha de la bomba de vacío principal de garras 3, también la bomba de vacío auxiliar 7 es puesta en marcha. La bomba de vacío principal de garras 3 aspira los gases del interior del recinto 1 por el conducto 2 conectado a su entrada y los comprime para, en lo sucesivo, impelerlos en su salida al conducto de evacuación 5 por la válvula antirretorno 6. Cuando se alcanza la presión de cierre de la válvula antirretorno 6, ésta se cierra. A partir de ese momento, el bombeo de la bomba de vacío auxiliar 7 hace que baje progresivamente la presión en el volumen 4 hasta el valor de su presión límite. En paralelo, la potencia consumida por la bomba de vacío principal de garras 3 va bajando progresivamente. Esto se produce en un breve lapso de tiempo, por ejemplo,

para un cierto ciclo, en 5 a 10 segundos, en función de la relación entre el volumen 4 y el caudal nominal de la bomba de vacío auxiliar 7, pero también puede durar más tiempo.

5 Con un racional ajuste del caudal de la bomba de vacío auxiliar 7 y de la presión de cierre de la válvula antirretorno 6 en función del caudal de la bomba de vacío principal de garras 3 y del volumen del recinto 1, es posible, además, reducir el tiempo previo al cierre de la válvula antirretorno 6 con respecto a la duración del ciclo de vaciado y, por tanto, reducir la cantidad de energía consumida durante este tiempo de funcionamiento de bomba auxiliar 7, con la ventaja de la simplicidad y de la fiabilidad del sistema.

10 De acuerdo con las diferentes posibilidades de combinación, la bomba de vacío auxiliar 7 puede ser otra bomba de garras, una bomba seca del tipo de husillo, una bomba Roots multietapa, una bomba de membrana, una bomba seca de paletas, una bomba de paletas lubricada o incluso un eyector. En este último caso, el eyector puede ser, bien un eyector "simple", en el sentido de que el caudal de su gas propulsor viene de una red de distribución en el propio sitio industrial, o bien provisto de un compresor que proporciona al eyector el caudal de gas propulsor a la presión necesaria para su funcionamiento. Más específicamente, este compresor puede estar arrastrado por la bomba principal o, alternativamente, o adicionalmente, de manera autónoma, independiente de la bomba principal. Este compresor puede aspirar el aire atmosférico o gases del conducto de salida de los gases después de la válvula antirretorno. La presencia de tal compresor hace el sistema de bombas independiente de una fuente de gas comprimido, lo cual puede dar respuesta a ciertos entornos industriales.

La figura 2 representa un sistema de bombeo SPP adaptado para la puesta en práctica de un procedimiento de bombeo no conforme a la presente invención.

20 Con respecto al sistema mostrado en la figura 1, el sistema representado en la figura 2 representa el sistema de bombeo pilotado SPP, que comprende, además, adecuados sensores 11, 12, 13 que controlan, bien la corriente del motor (sensor 11) de la bomba de vacío principal de garras 3, bien la presión (sensor 13) de los gases en el volumen del conducto de salida de la bomba de vacío principal de garras, limitado por la válvula antirretorno 6, bien la temperatura (sensor 12) de los gases en el volumen del conducto en la salida de la bomba de vacío principal de garras, limitado por la válvula antirretorno 6, o bien una combinación de estos parámetros. En efecto, cuando la bomba de vacío principal de garras 3 empieza a bombear los gases del recinto a vacío 1, los parámetros como son la corriente de su motor, la temperatura y la presión de los gases en el volumen del conducto de salida 4 empiezan a modificarse y alcanzan unos valores umbral detectados por los sensores. Después de una temporización, esto provoca la puesta en funcionamiento de la bomba de vacío auxiliar 7. Cuando estos parámetros vuelven a situarse dentro de unos rangos iniciales (fuera de consignas) con una temporización, la bomba de vacío auxiliar se detiene.

En la forma de realización de la figura 2, la bomba de vacío auxiliar también puede ser del tipo de garras, de tipo seca de husillo, Roots multietapa, de membrana, seca de paletas, de paletas lubricadas o un eyector (sin o con compresor que proporcione su gas propulsor), como en la forma de realización de la invención de la figura 1.

35 Si bien se han descrito diversas formas de realización, se comprende perfectamente que no es concebible exponer de manera exhaustiva todas las formas de realización posibles. Claro es que cabe contemplar la posibilidad de sustituir un medio descrito por otro medio sin salir del ámbito de la presente invención tal y como está definida por las reivindicaciones.

Todas estas modificaciones forman parte de los conocimientos comunes de un experto en la materia dentro del ámbito de la tecnología del vacío.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de bombeo (SP) para generar un vacío, que comprende una bomba de vacío principal que es una bomba de garras (3) que tiene una aspiración de entrada de los gases (2) unida a un recinto a vacío (1) y una impulsión de salida de los gases (4) que da a un conducto de evacuación de los gases (5) hacia una salida de escape de los gases (8) fuera del sistema de bombeo,
- 5 comprendiendo además el sistema de bombeo:
- una válvula antirretorno (6) posicionada entre la impulsión de salida de los gases (4) y la salida de escape de los gases (8) y
  - una bomba de vacío auxiliar (7) que tiene su motor y que está enlazada en paralelo con la válvula antirretorno,
- 10 estando el sistema de bombeo caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) se establece en orden a ponerse en funcionamiento al mismo tiempo que la bomba de vacío principal (3) y a bombear todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) bombea los gases contenidos en el recinto a vacío (1) y todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) mantiene una presión definida en el recinto a vacío (1).
- 15 2. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba seca de husillo.
3. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de garras.
- 20 4. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba Roots multietapa.
5. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de membrana.
6. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba seca de paletas.
- 25 7. Sistema de bombeo según la reivindicación 1, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) es una bomba de paletas lubricadas.
8. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la bomba de vacío principal (3) está configurada para no funcionar más que a una sola velocidad constante.
- 30 9. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el caudal nominal de la bomba de vacío auxiliar (7) es de 1/500 a 1/5 del caudal nominal de la bomba de vacío principal (3).
10. Sistema de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la válvula antirretorno (6) está configurada para cerrarse cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal (3) es inferior a 500 mbar absolutos.
- 35 11. Procedimiento de bombeo por medio de un sistema de bombeo (SP) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que
- la bomba de vacío principal (3) se pone en funcionamiento con el fin de bombear los gases contenidos en el recinto a vacío (1) y de impulsar estos gases por su impulsión de salida de los gases (4);
  - al mismo tiempo que la bomba de vacío principal (3), la bomba de vacío auxiliar (7) se pone en funcionamiento; y
  - la bomba de vacío auxiliar (7) sigue bombeando todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) bombea los gases contenidos en el recinto a vacío (1) y todo el tiempo que la bomba de vacío principal (3) mantiene una presión definida en el recinto a vacío (1).
- 40
12. Procedimiento de bombeo según la reivindicación 11, caracterizado por que la bomba de vacío auxiliar (7) bombea un caudal del orden de 1/500 a 1/20 del caudal nominal de la bomba de vacío principal (3).
- 45 13. Procedimiento de bombeo según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, caracterizado por que la válvula antirretorno (6) se cierra cuando la presión en la aspiración de la bomba de vacío principal (3) es inferior a 500 mbar absolutos.

