

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 508**

51 Int. Cl.:

**F16L 55/027** (2006.01)

**F16L 55/04** (2006.01)

**F04B 39/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2015 PCT/EP2015/075959**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16075048**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2015 E 15790957 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3218632**

54 Título: **Aparato con dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas**

30 Prioridad:

**10.11.2014 IT MI20141935**

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

**17.02.2021**

73 Titular/es:

**NUOVO PIGNONE S.R.L. (100.0%)  
Via Felice Matteucci 2  
50127 Florence, IT**

72 Inventor/es:

**PATIL, JAYESH NIVRUTTI;  
ZAGLI, FABRIZIO;  
PASSERI, MARCO MARK y  
RANFAGNI, LUCIANO**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 806 508 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

Aparato con dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas

5 La presente invención se refiere a un aparato según el preámbulo de la reivindicación 1. Estas configuraciones pueden observarse comúnmente en estaciones de compresión de gas natural, refinerías de hidrocarburos, pozos de extracción y otros.

10 Un aparato de este tipo se conoce por US 2009/0022602 A.

10 Tal como se conoce en la industria, cuando se usa un compresor alternativo para mover un gas, se puede esperar una oscilación de presión debida al movimiento alternativo del pistón dentro del cilindro. Estas oscilaciones tienen que ser amortiguadas, de otro modo, se pueden producir daños considerables corriente arriba o corriente abajo con respecto al compresor.

15 En la técnica, un dispositivo para amortiguar las pulsaciones de presión en un flujo de gas comprende un recipiente, también conocido en el campo técnico como “botella de volumen vacío”, que está dispuesto corriente arriba y corriente abajo con respecto a cada etapa de compresión, de modo que el gas debe transitar por su interior antes de entrar/salir con respecto a las tuberías de una planta. Esto ya permite amortiguar las pulsaciones de presión en un amplio intervalo de frecuencias y es eficaz en todos los casos, pero puede requerir un volumen muy grande, difícil de adaptar al sistema, para cumplir con los requisitos de pulsaciones de presión. Cuando las condiciones de funcionamiento lo permiten, el dispositivo de amortiguación debe ajustarse a las frecuencias deseadas y, en tal caso, pueden agregarse varios elementos dentro del recipiente. Algunos de estos elementos conocidos pueden ser un desviador, deflectores o tubos de estrangulamiento.

25 Desventajosamente, es previsible que los mismos fallen en algún momento durante la vida útil del dispositivo. Si estos elementos se desprenden del recipiente pueden seguir el flujo de gas (lado de succión) y dañar el compresor o el equipo dispuesto corriente abajo con respecto al dispositivo (lado de descarga). En caso de fallo, por el hecho de ser vasos de presión (es decir, sometidos a varias pruebas de certificación adicional), es necesario un periodo de tiempo largo para restablecerlos, con la consecuente detención de la planta.

### Sumario

35 Una primera realización de la invención se refiere a un aparato según la reivindicación 1.

Ventajosamente, dado que el tubo de estrangulamiento está dispuesto fuera, no puede seguir el flujo de gas en caso de daño accidental. Además, dado que el tubo está fuera del equipo de recipiente de presión, éste puede apoyarse adecuadamente como el resto de las tuberías, y es menos probable que tal evento suceda.

40 Además, dado que el tubo de estrangulamiento está dispuesto fuera del recipiente de presión, el mismo puede ser fácilmente reemplazado. Esto también resulta útil si, por ejemplo, las condiciones de funcionamiento del compresor se modifican posteriormente con respecto a la fabricación del volumen, ya que el estrangulamiento externo hace posible “ajustar” nuevamente el dispositivo a las nuevas condiciones y frecuencia de funcionamiento, simplemente cambiando la longitud o el diámetro interno del tubo de estrangulamiento.

45 Otros detalles y realizaciones específicas se ilustrarán en las figuras adjuntas, en las cuales:

50 La Figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas incluido en una primera realización de la presente invención;

la Figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas incluido en una segunda realización de la presente invención;

55 la Figura 3 es una vista esquemática de un dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas incluido en una tercera realización de la presente invención;

la Figura 4 es una vista esquemática de un dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas incluido en una cuarta realización de la presente invención; y

60 la Figura 5 es una representación esquemática de una configuración de planta que comprende los dispositivos de las Figuras 1-4.

### Descripción detallada

65 La siguiente descripción de realizaciones ilustrativas se refiere a los dibujos que se acompañan. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican elementos idénticos o similares. La siguiente descripción

detallada no limita la invención. En lugar de ello, el alcance de la invención queda definido por las reivindicaciones adjuntas.

5 En la memoria descriptiva, las referencias a “una realización” significan que una característica, estructura o característica particular descrita en relación con una realización está incluida en al menos una realización del objeto descrito. Por lo tanto, la utilización de la expresión “en una realización” en varias partes de la memoria descriptiva no se refiere necesariamente a la misma realización. Además, los elementos, estructuras o características particulares pueden combinarse de cualquier forma adecuada en una o más realizaciones.

10 Por lo tanto, un dispositivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas se describirá en detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en donde se indicará con el número 1.

15 El dispositivo 1 comprende un recipiente 2 en el que el gas puede transitar. El recipiente 2 define un volumen interno 3. Según las realizaciones mostradas en las Figuras 1-4, el recipiente 2 y, por consiguiente, el volumen interno 3, son sustancialmente cilíndricos. De forma más detallada, el recipiente 2 está definido por un par de superficies 2a de base, preferiblemente circulares, y por una pared cilíndrica 2b que se extiende entre las superficies 2a de base. Una sección transversal del recipiente 2 se define como una sección en un plano sustancialmente paralelo a las superficies 2a de base. La sección transversal es preferiblemente constante a lo largo de la longitud del recipiente 2.

20 Con mayor detalle, el recipiente 2 tiene una entrada 4 y una salida 5. De hecho, durante el funcionamiento normal, el gas transita a través del recipiente 2 desde la entrada 4 hasta la salida 5. Esto define una dirección “A” de flujo del gas dentro del dispositivo 1. En la realización de la invención mostrada en la Figura 1, la entrada 4 está dispuesta preferiblemente en una superficie 2a de base, mientras que la salida 5 está dispuesta en la pared cilíndrica 2b. En la realización de la invención mostrada en la Figura 2, la entrada 4 está dispuesta preferiblemente en la pared cilíndrica 2b, mientras que la salida 5 está dispuesta en una de las superficies 2a de base. En otras realizaciones, no mostradas en los dibujos, la entrada 4 y la salida 5 pueden estar dispuestas cada una en una superficie 2a de base respectiva, o pueden estar dispuestas ambas en la pared cilíndrica 2b, preferiblemente de forma opuesta entre sí. Con más detalle, la entrada está dotada de un primer reborde 7. De forma similar, la salida 5 está dotada de un segundo reborde 8. El uso del primer reborde 7 y del segundo reborde 8 se describirá de forma detallada en la siguiente parte de la presente descripción.

Según una realización alternativa de la invención, no mostrada en los dibujos, el recipiente 2 y el volumen interno 3 son esféricos.

35 Preferiblemente, un tubo 6 de estrangulamiento está dispuesto en comunicación fluida con el recipiente 2. Este tubo 2 de estrangulamiento está dispuesto totalmente fuera del volumen interno 3 del recipiente 2.

40 Con mayor preferencia, el tubo 6 de estrangulamiento es recto. Ventajosamente, de esta manera, las caídas de presión a lo largo del tubo 6 de estrangulamiento se minimizan, para facilitar el cumplimiento de los valores API 618, aproximación 3. Además, de esta manera, la presente invención puede emplearse en más aplicaciones que, de otro modo, deberían recurrir a la técnica anterior consistente en usar solamente una botella de volumen vacío. Además, el tubo 6 de estrangulamiento tiene una parte 6a de entrada y una parte 6b de salida a lo largo de la dirección “A” de flujo mencionada anteriormente.

45 El tubo 6 de estrangulamiento tiene una parte central 6c entre la entrada 6a y la parte 6b de salida. La parte intermedia 6c del tubo 6 de estrangulamiento tiene una sección transversal constante. En otras palabras, el diámetro de la parte intermedia 6c es fijo. En el contexto de la presente descripción, el diámetro del tubo 6 de estrangulamiento se define como el diámetro de la parte fija 6c.

50 Preferiblemente, el dispositivo 1 comprende una parte convergente 12 y una parte divergente 11 a lo largo de la dirección “A” de flujo. En detalle, la parte convergente 12 está dispuesta antes de la parte central 6c del tubo 6 de estrangulamiento. La parte divergente 11 está dispuesta después de la parte central 6c del tubo 6 de estrangulamiento.

55 En las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 3, preferiblemente empleadas en el lado de succión de una etapa de compresor, la parte convergente 12 está definida por la parte 6a de entrada del tubo 6 de estrangulamiento. De forma específica, en la realización mostrada en la Figura 1, la parte divergente 11 forma parte de la entrada 4 del recipiente 2. Asimismo, la parte 6b de salida tiene una sección transversal constante, preferiblemente igual a la sección transversal de la parte central 6c.

60 Sin embargo, en la realización mostrada en la Figura 3, la parte divergente 11 puede estar definida por la parte 6b de salida.

65 Asimismo, en las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 3, las paredes de la parte convergente 12 tienen una inclinación comprendida entre 20° y 40° que, más preferiblemente, debería ser igual a 30°. De forma similar, la parte divergente 11 tiene una inclinación comprendida preferiblemente entre 10° y 20°, más preferiblemente igual a 14°.

En las realizaciones de las Figuras 2 y 4, preferiblemente empleadas en el lado de descarga de una etapa de compresor, la parte divergente 11 está definida por la parte 6b de salida del tubo 6 de estrangulamiento. De forma específica, en la realización mostrada en la Figura 2, la parte convergente 12 forma parte de la salida 5 del recipiente 2. Asimismo, la parte 6a de entrada del tubo 6 de estrangulamiento tiene una sección transversal constante, preferiblemente igual a la sección transversal de la parte central 6c. Sin embargo, en la realización mostrada en la Figura 4, la parte convergente 12 puede estar definida por la parte 6a de entrada.

En las realizaciones mostradas en las Figuras 2 y 4, las paredes de la parte convergente 12 tienen una inclinación comprendida entre 50° y 70° que, más preferiblemente, debería ser igual a 60°. De forma similar, la parte divergente 11 tiene una inclinación comprendida preferiblemente entre 10° y 30°, más preferiblemente igual a 20°.

Para su unión al recipiente 2, la parte 6a de entrada puede tener un tercer reborde 9. En este caso, mostrado como parte de las realizaciones de las Figuras 2 y 4, el tercer reborde 9 está configurado para su correspondencia con el segundo reborde 8 del recipiente 2.

De manera similar, la parte 6b de salida puede tener un cuarto reborde 10. En este caso, mostrado como parte de la realización de las Figuras 1 y 3, el cuarto reborde 10 está configurado para su correspondencia con el primer reborde 7 del recipiente 2.

Con mayor detalle, la longitud y el diámetro del tubo 6 de estrangulamiento se determinan como una función predefinida de la reducción de la pulsación de presión a una frecuencia seleccionada, del volumen interno 3 y de la sección transversal de la tubería dispuesta corriente arriba y/o corriente abajo con respecto al dispositivo 1. En particular, para la configuración del dispositivo 1 según las realizaciones de la presente invención, se cumple la siguiente relación de diseño:

$$\frac{\Delta p_{out}}{\Delta p_{in}} = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_r}\right)^2\right]^2 + \left(\omega \frac{V}{S a}\right)^2}}$$

En la ecuación anterior,  $\Delta p_{out}$  es la pulsación de presión del gas que sale del dispositivo 1. De forma similar,  $\Delta p_{in}$  es la pulsación de presión del gas que entra en el dispositivo 1. “V” es el volumen dentro del recipiente 2, es decir, el volumen del volumen interno 3. “S” es la sección transversal de las tuberías de la planta dispuestas corriente abajo con respecto al dispositivo 1, mientras que “a” es la velocidad del sonido en el dispositivo 1. El parámetro  $\omega_r$  se define como

$$\omega_r = a \sqrt{\frac{A}{LV}}$$

en donde A es la sección transversal del tubo 6 de estrangulamiento. L es la longitud del tubo 6 de estrangulamiento.

Con el fin de dimensionar el tubo 6 de estrangulamiento, el parámetro  $\omega_r$  se extrae de la primera relación, ya que todos los demás parámetros son conocidos o son objetivos de diseño. La segunda relación puede usarse para extraer el tamaño del tubo 6 de estrangulamiento. El proceso se puede repetir tantas veces como sea necesario para las frecuencias de diseño de amortiguación del dispositivo 1. Esto da como resultado muchos valores de longitud y sección transversal para el tubo 6 de estrangulamiento. A continuación se puede encontrar un compromiso adecuado para el dimensionamiento real del tubo 6 de estrangulamiento, promediando los resultados de cualquier manera conocida por parte de un técnico con experiencia. Además, si el valor deseado exacto del diámetro (que define la sección transversal A) del tubo 6 de estrangulamiento no está disponible en el mercado, se pueden usar las fórmulas anteriores para verificar si un tubo 6 de estrangulamiento con unas dimensiones similares y disponible en el mercado puede resultar aceptable.

La configuración seleccionada del tubo de estrangulamiento, para ser aplicable, debería mantener su caída de presión dentro de límites aceptables (p. ej., API 618, aproximación 3, límites de caída de presión).

Con referencia a la Figura 5, otra realización de la invención se refiere a un aparato (o planta) 16 que comprende un compresor alternativo. Dicho compresor comprende una pluralidad de etapas 15. Cada etapa tiene un conducto 15a de succión y un conducto 15b de descarga para un flujo de gas. Las etapas 15 se disponen en serie entre sí, lo que significa que el conducto de descarga de cada etapa está dispuesto en comunicación fluida con el conducto de succión de la próxima etapa. Opcionalmente, un intercambiador 14 de calor puede disponerse entre dos etapas consecutivas. Además, es posible disponer un separador 13 (también denominado eliminador de vaho en el campo

## ES 2 806 508 T3

técnico) corriente abajo con respecto al intercambiador 14 de calor. Es posible disponer a continuación un dispositivo 1 para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas tal como se ha descrito anteriormente para cada conducto 15a de succión y/o para cada conducto 15b de descarga.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un aparato (16) que comprende un compresor alternativo que comprende una pluralidad de etapas (15),  
 teniendo cada etapa un conducto (15a) de succión y un conducto (15b) de descarga para un flujo de gas,  
 estando en comunicación fluida el conducto (15b) de descarga de cada etapa (15) con el conducto (15a) de  
 succión de la siguiente etapa (15); estando dotado cada conducto (15a) de succión y cada conducto (15b)  
 de descarga de un dispositivo (1) respectivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas;  
 caracterizado por que  
 10 cada dispositivo (1) respectivo para amortiguar pulsaciones de presión en un flujo de gas comprende un  
 recipiente (2) que define un volumen interno (3) para el tránsito de dicho gas, teniendo dicho recipiente (2)  
 una entrada (4) y una salida (5); un tubo (6) de estrangulamiento en comunicación fluida con el recipiente  
 (2) y dispuesto totalmente fuera de dicho volumen interno (3) de dicho recipiente (2).
- 15 2. El aparato (16) según la reivindicación 1, en donde dicho tubo (6) de estrangulamiento tiene una parte (6a)  
 de entrada y una parte (6b) de salida, estando definida una dirección (A) de flujo para el flujo del gas desde  
 dicha parte (6a) de entrada hasta dicha parte (6b) de salida.
- 20 3. El aparato (16) según la reivindicación 2, en donde dicha parte (6a) de entrada es convergente a lo largo de  
 dicha dirección (A) de flujo.
4. El aparato (16) según la reivindicación 2, en donde dicha parte (6a) de entrada tiene una sección  
 transversal constante.
- 25 5. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde dicha parte (6b) de salida es  
 divergente.
6. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde dicha parte (6b) de salida tiene  
 una sección transversal constante.
- 30 7. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones de 2 a 6, en donde dicha parte (6a) de entrada  
 tiene un tercer reborde (9), teniendo la salida (5) del recipiente (2) un segundo reborde (8) para su conexión  
 a dicho tercer reborde (9).
- 35 8. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde dicha parte (6b) de salida tiene  
 un cuarto reborde (10), teniendo la entrada (5) del recipiente (2) un primer reborde (7) para su conexión a  
 dicho cuarto reborde (10).
- 40 9. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho tubo (6) de  
 estrangulamiento es recto.
10. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho tubo (6) de  
 estrangulamiento tiene una parte intermedia (6c) que tiene una sección transversal constante.
- 45 11. El aparato (16) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la longitud y el diámetro  
 de dicho tubo (6) de estrangulamiento se determinan como una función predefinida de la reducción de la  
 pulsación de presión a una frecuencia seleccionada, el volumen interno (3) y la sección transversal (S) de  
 una tubería para la instalación prevista del dispositivo (1).

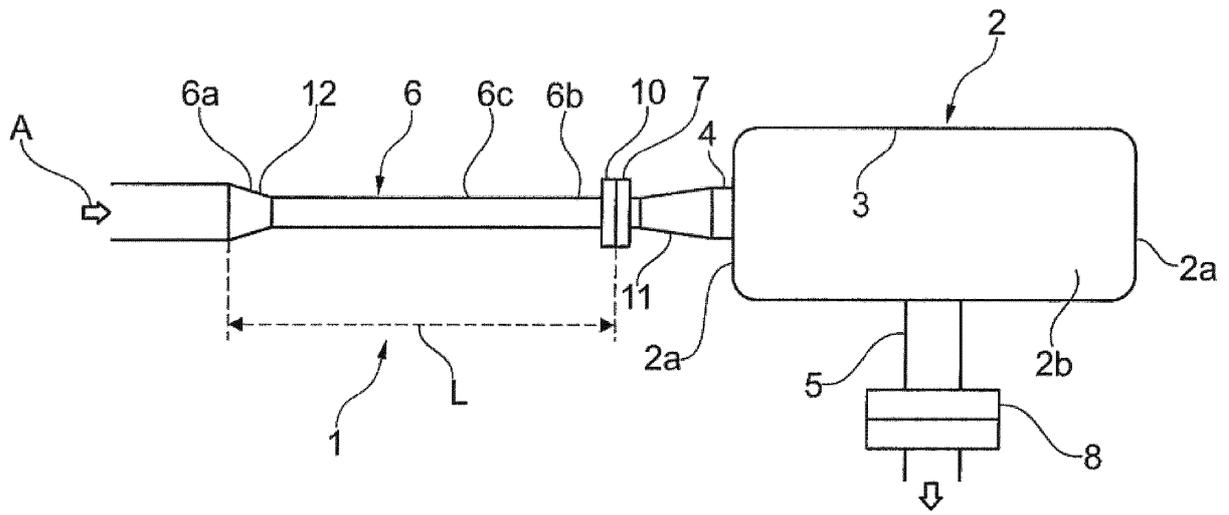


Fig. 1

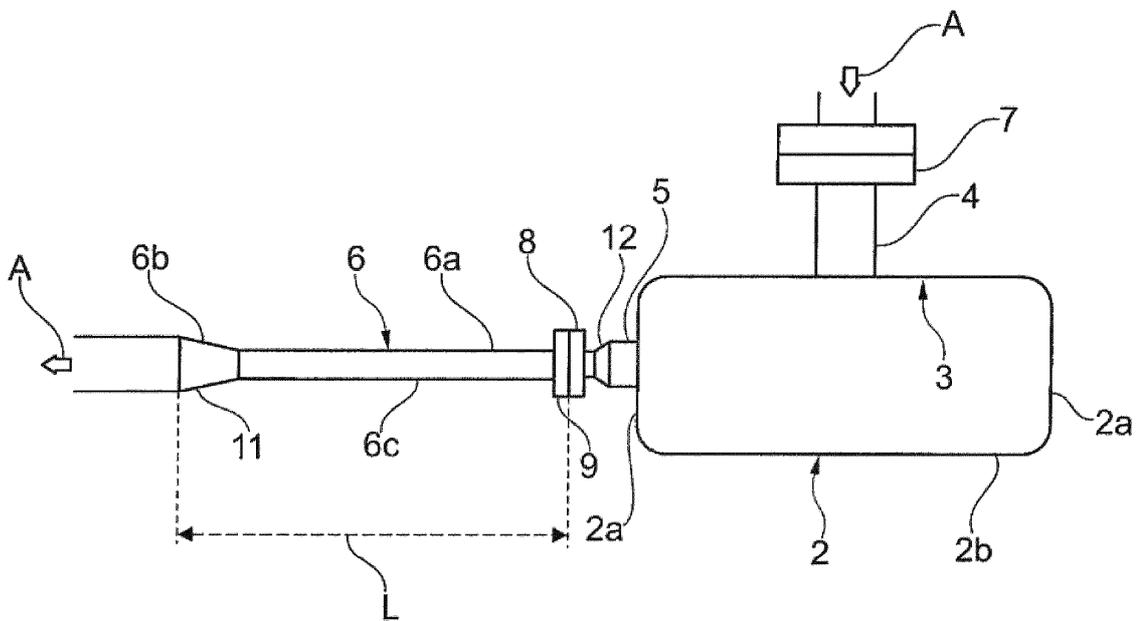


Fig. 2

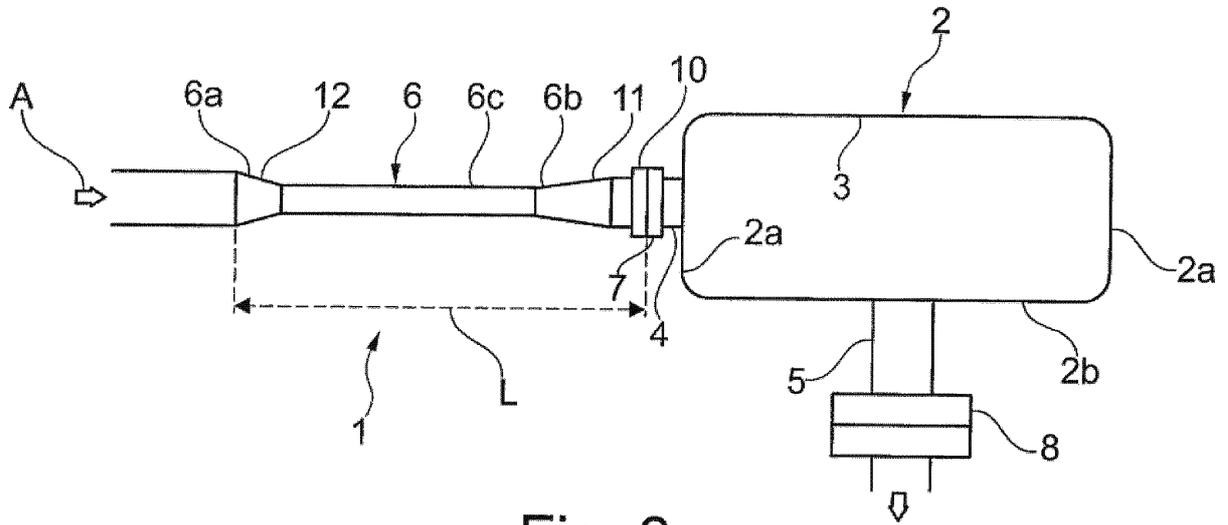


Fig. 3

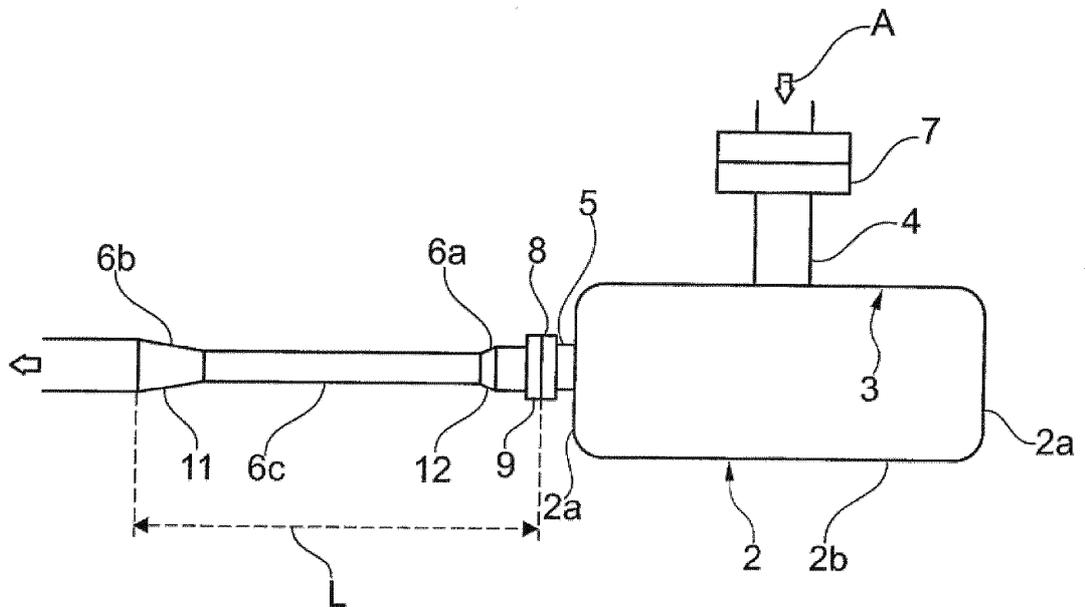


Fig. 4

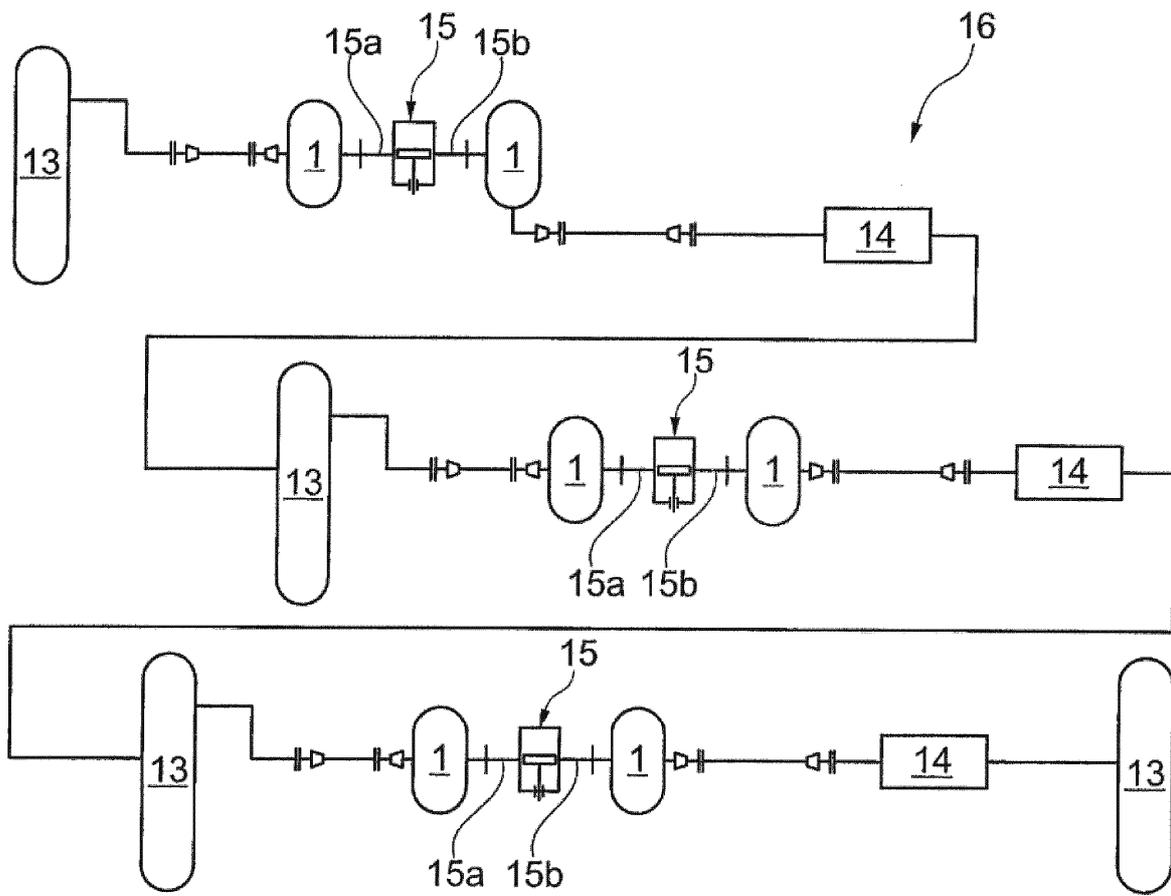


Fig. 5