

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 879**

51 Int. Cl.:

**B64D 37/10** (2006.01)

**B64D 37/24** (2006.01)

**B64D 37/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.08.2011 PCT/SE2011/050994**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.02.2013 WO13025133**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2011 E 11871042 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016 EP 2744707**

54 Título: **Control de rango fraccionado para presurización**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.04.2017**

73 Titular/es:

**SAAB AB (100.0%)  
581 88 Linköping, SE**

72 Inventor/es:

**LIND, INGELA**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 608 879 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**

Control de rango fraccionado para presurización

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para la presurización de volúmenes que necesitan tener una presión relativa de aire, en comparación con una presión ambiente, en la que la presión ambiente de aire puede cambiar rápidamente y con gran amplitud y en el que el acceso a aire presurizado es limitado .

**Técnica antecedente**

10 En las aeronaves es preferible tener unos depósitos de combustible lo más grandes que sea posible con el fin de maximizar la distancia que se puede recorrer. Sin embargo, los depósitos más grandes provocan otros inconvenientes.

Especialmente en los aviones de combate, la presión ambiental puede cambiar rápidamente debido a, por ejemplo, un picado repentino. El cambio rápido entre la presión dentro del depósito y la presión fuera del depósito puede producir daños estructurales al depósito, lo que podría destruir permanentemente la aeronave. Por tanto, es importante que la presión dentro del depósito pueda ser adaptada rápidamente a la presión ambiente.

15 También es deseable mantener una sobrepresión ligera en el interior del depósito con respecto a la presión ambiente, ya que si la presión dentro del depósito es demasiado baja, el combustible se evaporará. Si el depósito es grande y la cantidad de combustible en el depósito es baja, será necesario un considerable flujo de aire con el fin de controlar la presión en el depósito. La cantidad de aire presurizado que puede ser utilizado para la presurización del depósito en una aeronave está normalmente limitada, ya que el aire presurizado también se utiliza, por ejemplo, para enfriamiento.

20 Hay dos soluciones diferentes principalmente para regular la presión dentro del depósito de combustible de una aeronave, un sistema de regulación abierto y un sistema de regulación cerrado. Los sistemas cerrados tienen una regulación activa tanto en la entrada de aire como en la salida de aire por medio de reguladores y válvulas accionadas por presión. Los sistemas de regulación abiertos sólo tienen regulación de la entrada de aire mientras el flujo de aire pasa a través de un estrangulamiento no variable. Los sistemas de regulación cerrados necesitan dispositivos complicados con el fin de funcionar correctamente. Esto aumenta el peso total de la aeronave y requiere una gran cantidad de redundancia con el fin de obtener un sistema seguro. Los sistemas de regulación abiertos son más simples. Sin embargo, puesto que en el depósito el aire escapa constantemente con independencia de la presión de aire dentro del depósito, la demanda de aire presurizado en el depósito será considerable y también puede conducir a un aumento en el peso total de la aeronave.

30 Si el flujo de entrada regulado pasa a través del mismo estrangulamiento, como se usa para el flujo de salida no regulado, la solución es conocida como un sistema de regulación semi - abierto. Los sistemas de regulación semi - abiertos son un compromiso que utiliza el flujo de entrada para bloquear el flujo de salida. El tamaño del estrangulamiento es estático y normalmente dimensionado por el flujo que se necesita para mantener la presión dentro de un intervalo admisible. Con una gran apertura, el aire puede ser bombeado rápidamente al interior del depósito o salir del depósito lo cual hace que sea posible cambiar rápidamente la presión dentro del depósito. Esto es especialmente necesario cuando la aeronave realiza una maniobra de picado que se traduce en un aumento repentino de la presión ambiental y el aire tiene que ser bombeada muy rápidamente al interior del depósito.

40 En una situación estática, sin embargo, cuando la presión ambiente es casi constante y no hay necesidad de cambiar la presión dentro del depósito, es preferible una pequeña apertura, que requiere un flujo de entrada más pequeño para bloquear el flujo de salida,.

Un sistema de regulación semi - abierto para presurizar un volumen, como se ha descrito más arriba, se desvela en la disertación " Sistemas de combustible en las aeronaves - Diseño Conceptual y Modelado "(H. Gavel, Linköping Universitet, Linköping 2007).

45 **Definiciones**

Se observará que en la presente solicitud, la expresión "aguas arriba" se refiere a los dispositivos dispuestos más cerca a la fuente de aire presurizado y la expresión "aguas abajo" se refiere a los dispositivos dispuestos más cerca al volumen. A lo largo de esta solicitud, las expresiones "superior" e "inferior" se refieren únicamente a la posición en las figuras y no tiene nada que ver con el flujo de aire.

50 **Sumario de la invención**

El objeto de la presente invención es superar las deficiencias de la tecnología conocida que se han mencionado más arriba.

Un objeto adicional de la presente invención es crear un procedimiento y un sistema para la presurización de grandes volúmenes que necesitan tener una presión relativa del aire en comparación con una presión ambiente, dentro de un intervalo especificado, en el que la presión del aire ambiente puede cambiar rápidamente y con gran amplitud y en el que el acceso a aire presurizado es limitado.

5 Otro objeto de la presente invención es crear un sistema que sea fiable y fácil de mantener.

Otro objeto adicional de la presente invención es crear un sistema que tenga un peso bajo.

Estos objetos se consiguen con un sistema para la presurización de un volumen de acuerdo con la parte caracterizadora de la reivindicación 1. La invención define un sistema para presurizar un volumen que necesita tener una presión relativa de aire en comparación con una presión ambiente, dentro de un intervalo especificado, que comprende una fuente de aire presurizado, un sistema de conductos para la entrega de aire presurizado desde la fuente al interior del volumen, un primer sensor que está dispuesto para medir la presión dentro del volumen, un segundo sensor que está dispuesto para medir la presión ambiente, un primer regulador dispuesto en una primera parte del sistema de conductos, estando dispuesto este regulador para regular un primer flujo de aire desde la fuente de aire presurizado al volumen a través de la primera parte del sistema de conductos, con el fin de obtener un primer valor de diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen y la presión ambiente. El sistema comprende también un primer eyector dispuesto en la primera parte del sistema de conductos, aguas abajo del primer regulador, un segundo regulador que está dispuesto en paralelo al primer regulador y al primer eyector en una segunda parte del sistema de conductos y que está dispuesto para regular un segundo flujo, desde la fuente de aire presurizado al volumen a través de la segunda parte del sistema de conductos, con el fin de obtener un segundo valor de la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen y la presión ambiente, un segundo eyector dispuesto en la segunda parte del sistema de conductos, aguas abajo del segundo regulador y una válvula de retención superior dispuesta en la segunda parte del sistema de conductos aguas abajo del segundo eyector, bloqueando el flujo de aire desde el volumen al interior del segundo eyector.

La presente invención define, además, un procedimiento para la presurización de un volumen que tiene que tener una presión relativa de aire, en comparación con una presión ambiente, dentro de un intervalo especificado que comprende las etapas de:

- medir la presión dentro del volumen,
- medir la presión ambiente fuera del volumen,

30 si la diferencia de presión entre la presión dentro del volumen y la presión fuera del volumen supera un primer valor de diferencia de presión relativa

- liberar la presión del aire en el interior del volumen permitiendo que el aire fluya desde el volumen a través de un primer eyector,

si la diferencia de presión entre la presión en el interior del volumen y la presión en el exterior del volumen está por debajo del primer valor de diferencia de presión relativa

35 – usar un primer regulador dispuesto aguas arriba del primer eyector para regular un primer flujo de aire desde una fuente de aire presurizado a través del primer regulador al interior del volumen con el fin de obtener el primer valor de diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen y la presión ambiente,

40 – usar el flujo de aire a través del primer eyector para aspirar aire ambiente adicional a través del primer eyector y añadirlo al primer flujo de aire en el volumen,

si la diferencia de presión entre la presión el interior del volumen y la presión en el exterior del volumen es inferior a un segundo valor de diferencia de presión relativa, que es menor que el primer valor de diferencia de presión relativa

45 – usar un segundo regulador dispuesto en paralelo al primer regulador y al primer eyector para regular un segundo flujo de aire a través del segundo regulador en el interior del volumen con el fin de obtener el segundo valor de diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen y la presión ambiente,

50 – utilizar el flujo de aire a través de un segundo eyector, que está dispuesto aguas abajo del segundo regulador, para aspirar aire adicional del ambiente a través del segundo eyector y añadirlo al segundo flujo de aire al interior del volumen.

La presente invención tiene el efecto de que es posible aumentar el volumen sin tener que aumentar la cantidad de aire presurizado durante una condición estática y sólo tener que aumentar la cantidad de aire presurizado moderadamente durante una condición transitoria. El sistema es relativamente simple, lo que minimiza la tasa de fracasos y la carga de mantenimiento. También tiene un peso relativamente bajo.

- 5 La presente invención define, además, una válvula de retención inferior dispuesta en una tercera parte del sistema de conductos, que está dispuesta aguas abajo de los dos reguladores y que conecta la primera parte del sistema de conductos con la segunda parte del sistema de conductos. El efecto de esta válvula de retención es que se puede establecer una conexión de flujo entre el segundo regulador y el primer eyector. Esto significa que el sistema sigue funcionando, aunque no perfectamente, si uno de los reguladores falla.
- 10 La presente invención define, además, una válvula de seguridad, que libera el aire cuando, por alguna razón, la presión dentro del volumen es mucho más alta que la presión ambiente y alcanza niveles peligrosos. El efecto de esta válvula de seguridad es que la probabilidad de una explosión del depósito se reduce al mínimo.

### Breve descripción de los dibujos

- 15 Otras ventajas y características de la presente invención se pueden derivar de la descripción detallada que sigue de realizaciones ejemplares de la invención, con referencia a los dibujos.

La figura 1 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la técnica anterior cuando la presión dentro del depósito es demasiado baja.

La figura 2 muestra el principio de un eyector que actúa como una bomba.

La figura 3 muestra el principio de un eyector que actúa como una salida.

- 20 La figura 4 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la técnica anterior, cuando la presión dentro del depósito es demasiado alta.

La figura 5 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la técnica anterior, cuando la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del depósito y la presión fuera del depósito es estática.

- 25 La figura 6 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la presente invención cuando la diferencia de presión relativa está por debajo del primer valor de diferencia de presión relativa, pero por encima del segundo valor de la diferencia de presión relativa.

La figura 7 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la presente invención cuando la diferencia de presión relativa está por encima del primer valor de diferencia de presión relativa.

- 30 La figura 8 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la presente invención cuando la diferencia de presión relativa se encuentra más o menos de forma estática en el primer valor de diferencia de presión relativa.

La figura 9 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la presente invención cuando la diferencia de presión relativa está por debajo del segundo valor de la diferencia de presión relativa.

- 35 La figura 10 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la presente invención cuando la diferencia de presión relativa está por debajo del segundo valor de la diferencia de presión relativa y el primer regulador está fallando.

- 40 La figura 11 muestra un sistema de coordenadas que señala diferentes valores de diferencia de presión relativa.

La figura 12 muestra un esquema principal de un sistema de presurización de acuerdo con la invención cuando se utiliza en una aeronave.

### Descripción detallada

- 45 Con referencia a la figura 1, un ejemplo de un sistema de presurización de acuerdo con la técnica anterior está generalmente representado. El sistema comprende un volumen 2, que en esta figura es un depósito de combustible en un avión. El depósito de combustible 2 comprende combustible y aire y tiene una salida de combustible 37 para el suministro de combustible a los motores. El sistema trata de mantener una sobrepresión moderada en el depósito de combustible 2 en comparación con la presión ambiente. Con este propósito el sistema comprende una fuente de aire

presurizado 5 que bombea aire al interior del depósito de combustible por medio de un sistema de conductos 7 cuando la presión en el depósito de combustible es demasiado baja. También comprende dos sensores de presión 33 y 35, que miden la presión dentro del depósito de combustible y la presión ambiente. El sistema es un sistema de regulación semi - abierto. El aire que fluye al interior del depósito de combustible 2 es regulado por medio de un regulador 9 que utiliza los resultados de medición de los sensores 33 y 35 para el control del flujo 11 hacia el volumen. El regulador 9 trata de mantener la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del depósito y la presión ambiente en un valor deseado. Cuando la presión dentro del depósito es demasiado baja, se tiene que alimentar aire adicional desde la fuente de aire presurizado 5 y cuando la presión es demasiado alta, el aire se tiene que escapar del depósito 2.

El sistema comprende un eyector 15 que actúa como una entrada de aire así como una salida de aire. El eyector está dispuesto aguas abajo del regulador 9. Los principios de un eyector se ilustran esquemáticamente en las figuras 2 y 3. Para mayor claridad, el eyector de la figura 2 se explicará en primer lugar y entonces se continuará con la descripción del sistema que se muestra en la figura 1.

El eyector 15 que se muestra en la figura 2 comprende un flujo de aire principal 11, que fluye desde la izquierda de la figura a la derecha. El flujo de aire principal está representado por las flechas blancas y corresponde al flujo de aire desde la fuente de aire presurizado 5 al depósito de combustible 2. El eyector también comprende un estrangulamiento 43, que puede actuar como una entrada de aire o una salida de aire en función del tamaño del flujo de aire principal 11. En la figura 1, cuando el aire fluye en la dirección hacia la derecha en la figura, el estrangulamiento actúa como una entrada de aire. Cuando el flujo de aire 11 llega al eyector 15, se produce una depresión que aspira aire ambiente 41 a través del regulador 43. El aire ambiente 41 está representado por las flechas negras. El aire ambiente se mezcla con el flujo de aire principal 11 y aumenta el flujo de aire resultante 45 desde el eyector, que pasa el área de intersección más pequeña, llamada garganta 44, en la cámara de mezcla del eyector. En este caso el eyector 15 actúa como una bomba.

Se vuelve a la figura 1. Cuando la presión dentro del depósito 2 es demasiado baja, el eyector 15 contribuye a introducir aire en el depósito. Una garganta más grande 44 implica que el flujo de aire resultante 45 aumenta. Por lo tanto, es preferible tener una gran garganta 44 cuando la presión ambiente aumenta de repente, debido, por ejemplo, a una maniobra de picado, puesto que la presión dentro del depósito se puede ajustar más rápidamente.

Cuando la presión dentro del depósito se hace mayor que el valor deseado, debido, por ejemplo, a una maniobra de ascenso, el regulador 9 impide que el aire fluya hacia el depósito de combustible 2. Este caso se ilustra en la figura 3 y en la figura 4. La figura 3 muestra el mismo eyector 15 que el eyector 15 en la figura 2, pero en la figura 3 no hay flujo de aire principal 11. Sin un flujo de aire principal, no se produce ninguna depresión y no se aspira aire a través del estrangulamiento 43 del eyector 15. Por el contrario, el estrangulamiento 43 del eyector actúa como una salida para el aire en el interior del depósito 2. Por lo tanto, cuando la presión dentro del depósito 2 es mayor que la deseada, el aire se escapa del depósito 2 a través del mismo estrangulamiento 43 que se utiliza para aspirar el aire cuando la presión dentro del depósito 2 es demasiado baja. Por lo tanto, de la misma manera, cuando la presión ambiente cae de repente es preferible tener una gran garganta 44 puesto que la sobrepresión se puede ajustar más rápidamente. Esta situación se muestra en la figura 4.

En una condición estática, cuando la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del depósito 2 y la presión ambiente es la deseada, el regulador 9 permite un cierto flujo de aire 11 hacia el depósito 2. El aire que fluye hacia el eyector 15 rebota entonces contra el aire en la cámara de mezcla en el interior del eyector, manteniendo un equilibrio que es proporcional al tamaño de la garganta 44 en la cámara de mezcla, entre la cantidad de flujo de aire principal 11 y la presión en el volumen 2, y fluye hacia fuera a través del regulador 43. Por lo tanto, el flujo de aire principal 11 que viene desde el regulador 9 es igual al flujo de aire que se escapa hacia fuera a través del regulador 43. Esta situación se muestra en la figura 5. Por lo tanto, será evidente que en una condición estática es preferible tener una garganta 44 que sea lo más pequeña posible, ya que de otra manera se desperdicia una gran cantidad de aire presurizado, y como se ha indicado antes, la cantidad de aire presurizado en una aeronave es limitada .

Este sistema de acuerdo con la técnica anterior funciona aceptablemente cuando el volumen del depósito es relativamente pequeño, porque entonces la fuente de aire presurizado será suficiente para mantener la presión relativa en un valor deseado. Sin embargo, con un volumen de depósito más grande los requisitos para el aire presurizado superarán lo que es posible, especialmente cuando el nivel de combustible disminuye y el volumen que queda para el aire aumenta. Un tamaño más pequeño de la garganta 44 ahorraría aire presurizado cuando la presión ambiente fuese estática, pero los niveles de presión en el depósito no se pueden adaptar a los cambios de la presión ambiente cuando el avión vuela de una manera agresiva. De la explicación anterior debe quedar claro que sería óptimo que el tamaño de la garganta pudiese variar de acuerdo con las diferentes situaciones de manera que por un lado, un flujo máximo pueda entrar o salir del volumen cuando la presión ambiente aumenta o disminuye rápidamente y en por otro lado se utiliza un mínimo de aire presurizado para mantener la presión durante una condición estática.

La presente invención trata de superar los inconvenientes del sistema de acuerdo con la técnica anterior. El sistema de acuerdo con la invención se muestra en las figuras 6 a 10. Las figuras muestran el mismo sistema, pero el flujo

de aire difiere dependiendo de situaciones de presión diferentes. El sistema de la invención se asemeja al sistema que se presenta en la figura 1 y en las figuras 3 a 4, pero el sistema de la invención tiene un segundo regulador adicional 17 y un segundo eyector adicional 19. El primer regulador 9 y el primer eyector 15 están dispuestos en una primera parte 7A del sistema de conductos y el segundo regulador 17 y el segundo eyector 19 están dispuestos en paralelo al primer regulador 9 y al primer eyector 15 en una segunda parte 7B del sistema de conductos. El sistema de la invención está provisto también de una válvula de retención superior 25 dispuesta aguas abajo del segundo eyector 19 en la segunda parte 7B del sistema de conductos. Esta válvula de retención superior 25 está siempre abierta en una dirección desde la izquierda a la derecha, y está cerrada en la dirección opuesta. Otra válvula de retención 27 puede estar dispuesta en una tercera parte 7C del sistema de conductos, que está dispuesto aguas abajo de los dos reguladores 9 y 17 y conecta la primera parte 7A del sistema de conductos con la segunda parte 7B del sistema de conductos. Esta válvula de retención inferior 27 está cerrada en ambas direcciones en una situación normal. Sus principios de trabajo se explicarán más adelante.

La regulación está dividida entre los dos reguladores 9 y 17 que trabajan con diferentes valores deseados para la variable controlada, similar al principio de control de rango fraccionado. Cuando la demanda de flujo hacia el volumen es baja, sólo el primer regulador 9 se abre y cuando la demanda de flujo es alta, ambos reguladores 9 y 17 se abren. La ventaja es que sólo el eyector 15 se utiliza durante una condición estática, lo que minimiza la cantidad de escapes de aire. Cuando las demandas de flujo de aire son altas, el segundo regulador 17, junto con el segundo eyector 19, se abren, lo que significa que la capacidad para la entrega de aire en el volumen se duplica.

El sistema funciona de manera diferente dependiendo de la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen y la presión ambiente. La figura 11 muestra un diagrama con la presión relativa dibujado sobre el eje vertical. La escala de presión se divide en cuatro intervalos de presión 45, 47 49 y 51 separados por un primer valor 13, un segundo valor 23 y un tercer valor 31 de diferencias de presiones relativas.

El primer valor de diferencia de presión relativa 13 es el valor deseado para el primer regulador 9. El segundo valor de diferencia de presión relativa 23 es el valor deseado para el segundo regulador 17. El tercer valor de diferencia de presión relativa 31 es el valor de la presión para el disparo de una válvula de seguridad 29.

Cuando la diferencia de presión entre el interior del volumen y el aire ambiente es menor que el primer valor de diferencia de presión relativa 13, es decir, la presión relativa se encuentra dentro del intervalo 49, el primer regulador 9 trata de elevar la presión dentro del volumen con el fin de obtener el valor deseado 13. Puesto que el segundo regulador 17 tiene un valor inferior deseado 23, este regulador 17 establece que la presión relativa se mantenga por encima de su valor deseado 23. Por lo tanto el regulador 17 no permite que el aire fluya a través de la segunda parte 7B del sistema de conductos, por lo que la segunda parte 7B del sistema de conductos está cerrada. De esta manera, cuando la presión relativa del aire está dentro del intervalo 49, el sistema de acuerdo con la invención funciona de la misma manera que el sistema de acuerdo con la técnica anterior. Esta situación se muestra en la figura 6.

Cuando la diferencia de presión entre el interior del volumen y el aire ambiente es mayor que el primer valor de diferencia de presión relativa 13 y menor que el tercer valor de diferencia de presión relativa, es decir, la presión relativa se encuentra dentro del intervalo 47, el aire se escapa hacia fuera del volumen a través del regulador 43 en el primer eyector 15. Esta situación se muestra en la figura 7 y se produce cuando la aeronave está ascendiendo. La válvula de retención superior 25 impide que el aire se escape a través del segundo eyector 19. Por lo tanto, cuando la presión relativa del aire está dentro del intervalo 47, el sistema de acuerdo con la invención funciona de la misma manera que el sistema de acuerdo con la técnica anterior.

Cuando la diferencia de presión es la misma que el valor deseado para el primer regulador 9 (es decir, corresponde al primer valor de diferencia de presión relativa 13) la condición de presión es estática. Esta situación se muestra en la figura 8. El segundo regulador 17 encuentra que la diferencia de presión relativa es más alta que la deseada, por lo que el segundo regulador 17 no permite que el aire fluya a través de la segunda parte 7B del sistema de conductos. Sólo el primer regulador 9 y el primer eyector 15 trabajan. El aire que fluye desde el primer regulador 15 hacia el eyector 15 rebota contra el aire en la cámara de mezcla en el interior del eyector, manteniendo un equilibrio, proporcional al tamaño de la garganta 44 en la cámara de mezcla, entre la cantidad de flujo de aire principal 11 y la presión en el volumen 2, y fluye hacia fuera a través del regulador 43 en el eyector 15. En esta situación estática sólo se utiliza un eyector, lo que minimiza los escapes de aire. El sistema de acuerdo con la invención sigue funcionando de la misma manera que el sistema de acuerdo con la técnica anterior.

Sin embargo, cuando la diferencia de presión entre el interior del volumen y el aire ambiente es menor que el segundo valor de la diferencia de presión relativa 23, es decir, la presión relativa se encuentra dentro del intervalo 51, tanto el primer regulador 9 como el segundo regulador 17 tratan de elevar la presión dentro del volumen 2. Esta situación se muestra en la figura 9 y se produce cuando la presión ambiente aumenta rápidamente al como, por ejemplo, en una maniobra de picado. En esta situación, es muy importante aumentar rápidamente la presión dentro del volumen. El primer regulador 9 tiene por objeto obtener una presión relativa correspondiente al primer valor de la diferencia de presión relativa 13 y el segundo regulador 17 tiene por objeto obtener una presión relativa correspondiente al segundo valor de la diferencia de presión relativa 23. El uso simultáneo de dos reguladores 9 y 17 y dos eyectores 15 y 19,

resuelve el problema de aumentar de manera eficiente la presión dentro del volumen 2 cuando la demanda de flujo de aire es alta. Los cálculos realizados indican que un efecto secundario que se produce cuando el flujo de aire se divide para pasar a través de dos eyectores es que se aspira más aire ambiental en el flujo de aire resultante en comparación con que se hubiese usado un eyector, con una garganta 44 que tiene un área de sección transversal doble.

5 Si el segundo regulador 17 falla, el sistema seguirá funcionando de la misma manera que el sistema del estado de la técnica anterior. Pero si el primer regulador 9 falla y el segundo regulador 17 funciona, ningún flujo de aire principal 11 entrará a través del primer eyector 15. Esto significa que el aire procedente del segundo regulador 17 que fluye a través del segundo eyector 19, puede continuar a través del estrangulamiento 43 en el primer eyector 15 y nada de aire entrará en el volumen 2. Para evitar esta situación, la válvula de retención inferior 27 se abre si falla el primer regulador 9. Esto significa que el aire puede fluir a través de la válvula de retención 27 en la dirección desde la izquierda a la derecha pero no en la dirección opuesta. El aire que entra desde el segundo regulador 17 a continuación puede tomar dos caminos. Un primer camino a través del segundo eyector 19 y un segundo camino a través de la válvula de retención inferior 27, al interior del primer eyector 15 y evitar que el aire se escape a través del regulador 43 en el primer eyector 15. Esta situación se muestra en la figura 10.

10 La válvula de seguridad 29 se abre si la presión dentro del volumen 2 alcanza niveles peligrosos. Este es el caso, cuando la presión relativa excede el tercer nivel de presión relativa 31 y sucede si por alguna razón los reguladores están abiertos a pesar de una alta presión en el volumen 2 o se puede producir si el estrangulamiento 43 en el eyector 15 se encuentra obstruido.

20 La figura 12 muestra el sistema 1 de acuerdo con la presente invención cuando se utiliza en una aeronave 53. El aire fluye desde la fuente de aire presurizado 5, a través del sistema 1, hacia el depósito de combustible 2 que contiene aire y combustible. El combustible es utilizado por el motor 55 de la aeronave 53.

25 Las figuras de esta solicitud muestran un sistema con dos reguladores e inyectoros paralelos, en los que cada regulador trabaja en diferentes valores de presión deseados. Por supuesto, es posible tener más de dos reguladores y eyectores paralelos en el que cada regulador trabaja con un valor de presión deseado separado.

Debería ser obvio para el lector que el sistema y el procedimiento no pretenden estar limitados a ser utilizados en los depósitos de combustible en los aviones. Por el contrario, el alcance de la presente invención está limitado por las características técnicas que se describen en las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (1) para presurizar un volumen (2) que necesita tener una presión de aire relativa en comparación con una presión ambiente, dentro de un intervalo especificado, comprendiendo el sistema (1)
  - una fuente de aire presurizado (5),
  - 5      – un sistema de conductos (7) para suministrar aire presurizado desde la fuente (5) al interior del volumen (2),
  - un primer sensor (33) que está dispuesto para medir la presión dentro del volumen (2),
  - un segundo sensor (35) que está dispuesto para medir la presión ambiente,
  - 10     – un primer regulador (9) que está dispuesto en una primera parte (7A) del sistema de conductos, estando dispuesto dicho regulador para regular un primer flujo de aire, desde la fuente de aire presurizado (5) al volumen (2) a través de la primera parte (7A) del sistema de conductos, con el fin de obtener un primer valor de la diferencia de presión relativa (13) entre la presión dentro del volumen (2) y la presión ambiente, en respuesta a los resultados de medición de los sensores primero y segundo (33,35) ,
  - 15     – un primer eyector (15) dispuesto en la primera parte (7A) del sistema de conductos, aguas abajo del primer regulador (9),

**caracterizado porque** el sistema (1) comprende

  - un segundo regulador (17) que está dispuesto en paralelo con el primer regulador (9) y el primer eyector (15) en una segunda parte (7B) del sistema de conductos y que está dispuesto para regular un segundo flujo, desde la fuente de aire presurizado (5) al interior del volumen (2) a través de la segunda parte (7B) del sistema de conductos, con el fin de obtener un segundo valor de la diferencia de presión relativa (23) entre la presión dentro del volumen (2) y la presión ambiente, en respuesta a los resultados de la medición de los sensores primero y segundo (33, 35),
  - 20     – un segundo eyector (19) dispuesto en la segunda parte (7B) del sistema de conductos, aguas abajo del segundo regulador (17),
  - 25     – una válvula de retención superior (25) dispuesta en la segunda parte (7B) del sistema de conductos aguas abajo del segundo eyector (19), bloqueando el flujo de aire desde el volumen (2) al interior del segundo eyector (19).
2. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sistema (1) comprende
  - una válvula de retención inferior (27) dispuesta en una tercera parte (7C) del sistema de conductos, que está dispuesta aguas abajo de los dos reguladores (9, 17) y conecta la primera parte (7A) del sistema de conductos con la segunda parte (7B) del sistema de conductos.
  - 30
3. El sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el sistema (1) comprende
  - al menos una válvula de seguridad (29), configurada para liberar el aire desde el volumen (2) cuando la diferencia de presión relativa entre la presión dentro del volumen (2) y la presión ambiente excede un valor predefinido (31).
  - 35
4. El sistema (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema (1) está configurado para ser utilizado en un avión.
5. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** el volumen (2) es un depósito de combustible.
- 40
6. Un procedimiento para presurizar un volumen (2) que necesita tener una presión relativa del aire, en comparación con una presión ambiente, dentro de un intervalo especificado, que comprende las etapas de:
  - medir la presión dentro del volumen (2),
  - medir la presión ambiente fuera del volumen (2),
  - 45     si la diferencia de presión entre la presión en el interior del volumen y la presión en el exterior del volumen supera un primer valor de la diferencia de presión relativa (13)

- liberar la presión del aire en el interior del volumen, permitiendo que fluya el aire desde el volumen (2) a través de un primer eyector (15),

si la diferencia de presión entre la presión en el interior del volumen y la presión en el exterior del volumen está por debajo del primer valor de diferencia de presión relativa (13)

- 5
- usar un primer regulador (9) dispuesto aguas arriba del primer eyector (15) para regular un primer flujo de aire desde una fuente de aire presurizado (5) a través del primer regulador (9) al interior del volumen (2), con el fin de obtener el primer valor de la diferencia de presión relativa (13) entre la presión dentro del volumen (2) y la presión ambiente,
- 10
- usar el flujo de aire a través del primer eyector (9) para aspirar aire ambiente adicional (41) a través del primer eyector (15) y agregarlo al primer flujo de aire en el volumen (2),

el procedimiento está **caracterizado por** los pasos adicionales:

si la diferencia de presión entre la presión dentro del volumen (2) y la presión fuera del volumen (2) está por debajo de un segundo valor de diferencia de presión relativa (23), que es menor que el primer valor de diferencia de presión relativa

- 15
- usar un segundo regulador (17) dispuesto en paralelo con el primer regulador (9) y el primer eyector (15) para regular un segundo flujo de aire a través del segundo regulador (17) al interior del volumen (2) con el fin de obtener el segundo valor de la diferencia de presión relativa (23) entre la presión dentro del volumen (2) y la presión ambiente,
- 20
- utilizar el flujo de aire a través de un segundo eyector (19), que está dispuesto aguas abajo del segundo regulador (17), para aspirar aire ambiente adicional (41) a través del segundo eyector (19) y añadirlo al segundo flujo de aire en el volumen (2).

7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por** los pasos adicionales:

si el primer regulador (9) falla y no pasa aire a través del primer regulador (9)

- 25
- establecer una conexión de flujo entre el segundo regulador (17) y el primer eyector (15), de manera que los dos eyectores (15, 19) estén dispuestos en paralelo, aguas abajo del segundo regulador (17).

8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, **caracterizado por** los pasos adicionales:

si la diferencia de presión entre la presión dentro del volumen (2) y la presión fuera del volumen (2) está por encima de un tercer valor de diferencia de presión relativa (31)

- 30
- liberar la presión del aire en el interior del volumen (2), dejando que el flujo de aire salga del volumen a través de al menos una válvula de seguridad (29).

9. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** el procedimiento se utiliza para regular un volumen (2) en una aeronave.

- 35
10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** el volumen (2) es un depósito de combustible.

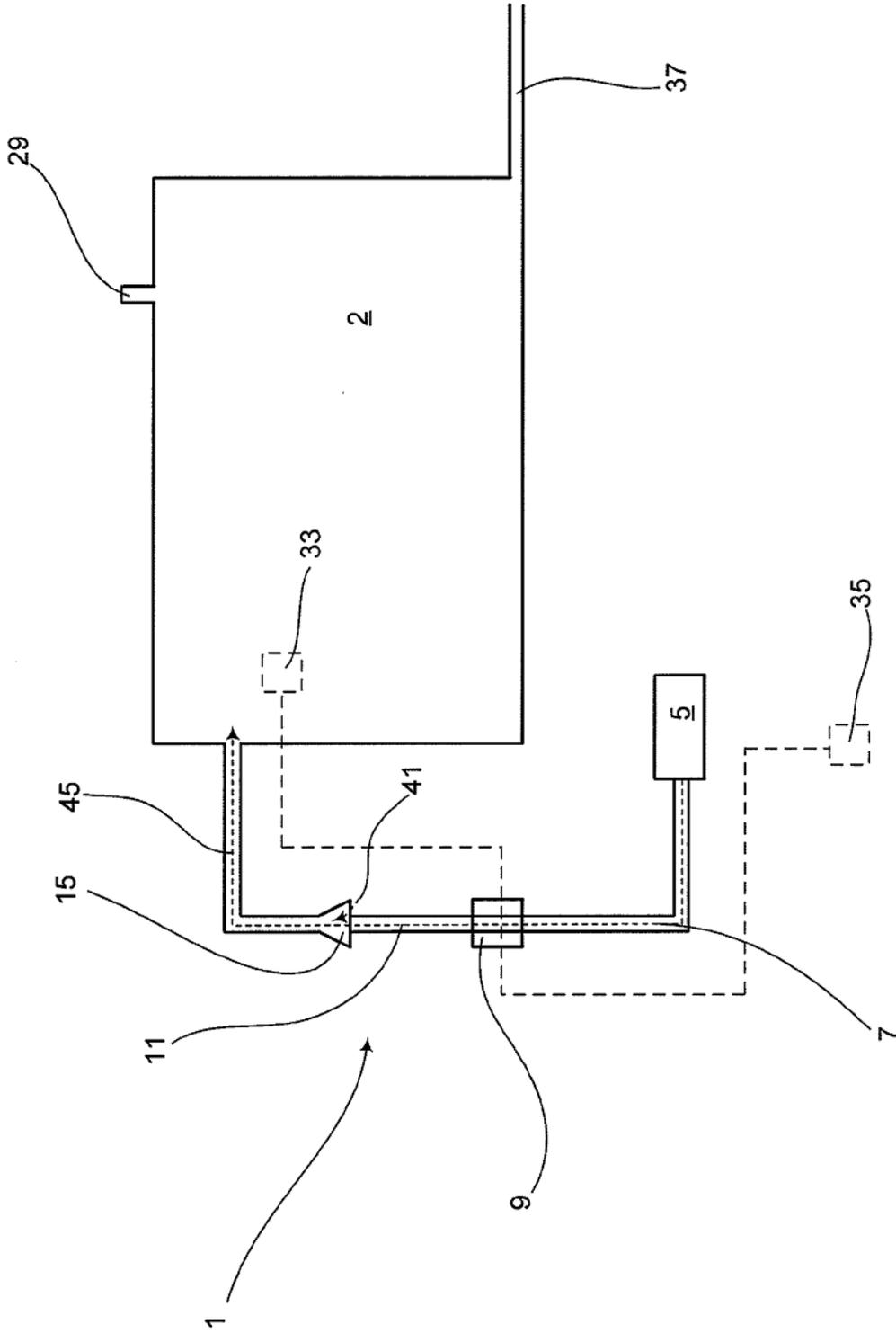


Fig. 1 "Técnica Anterior"

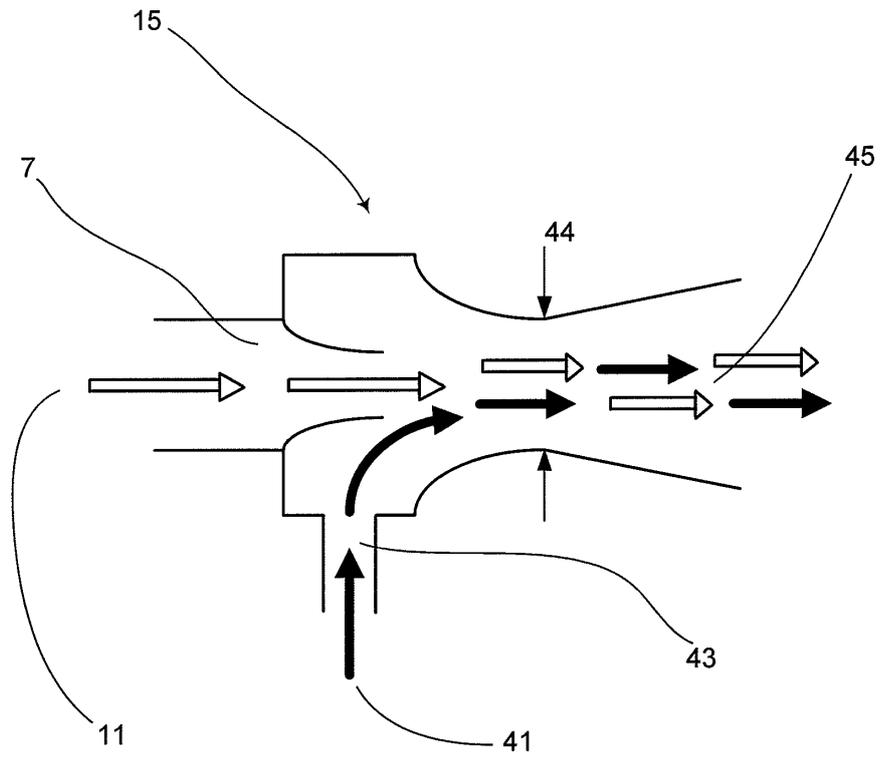


Fig. 2

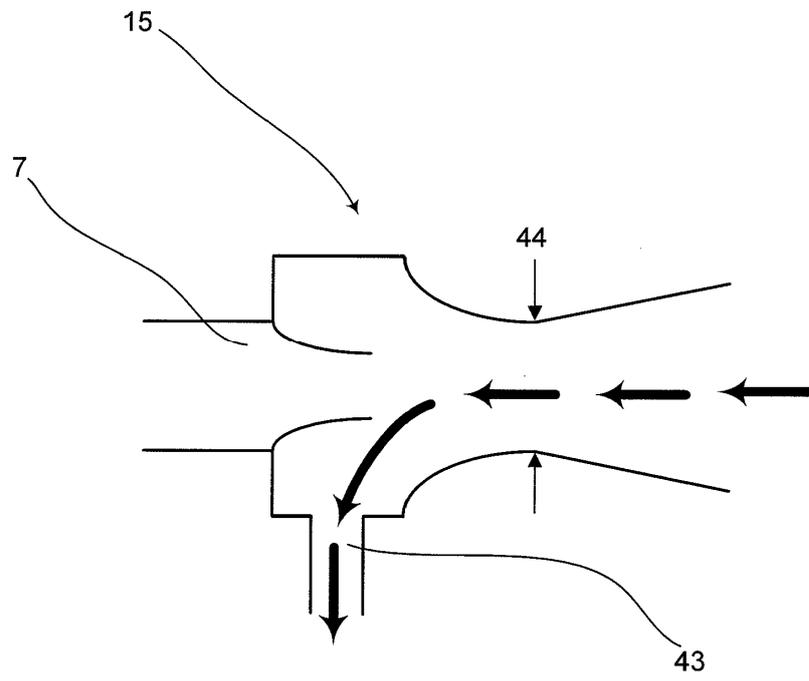


Fig. 3

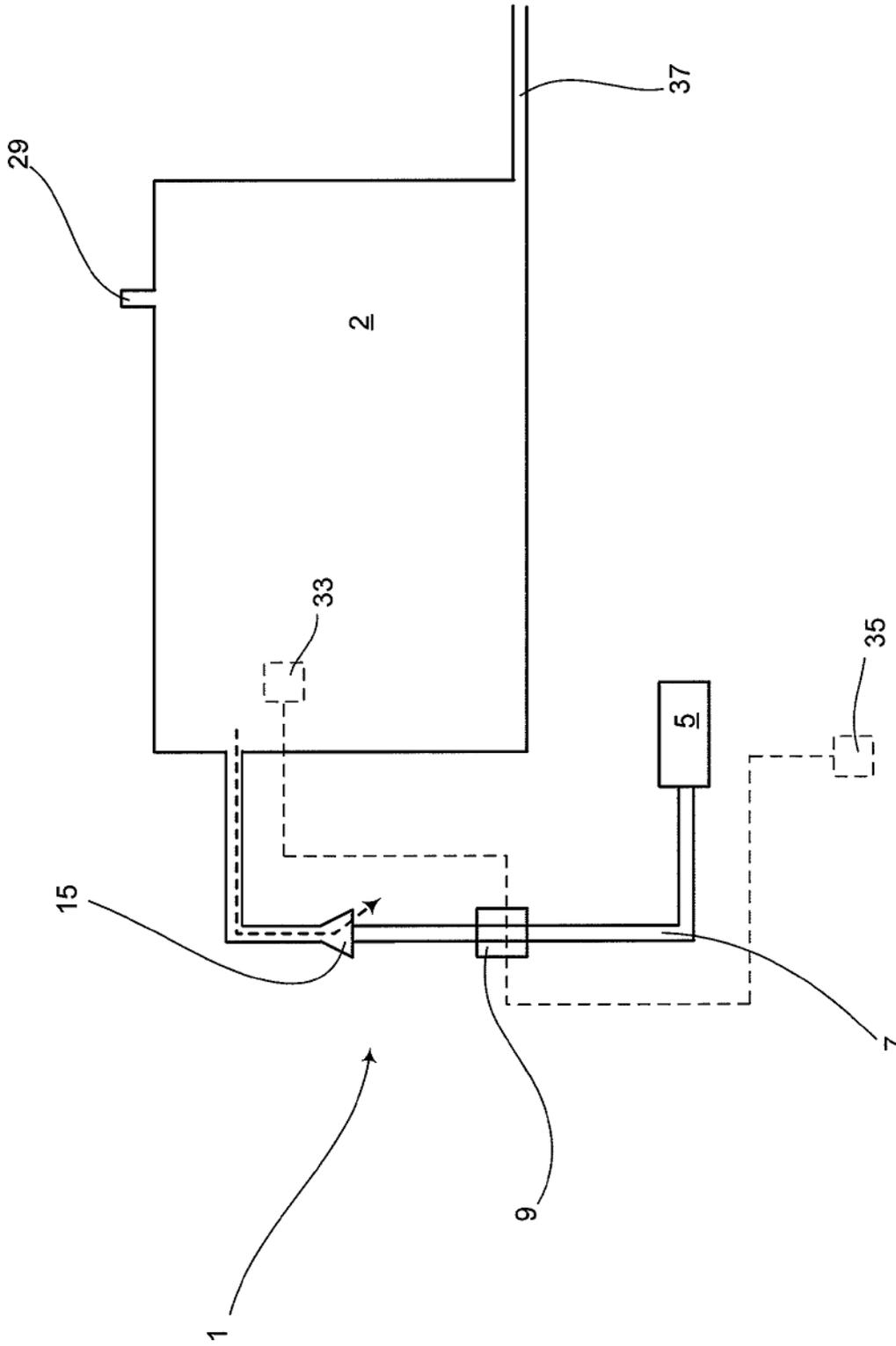


Fig.4 "Técnica Anterior"

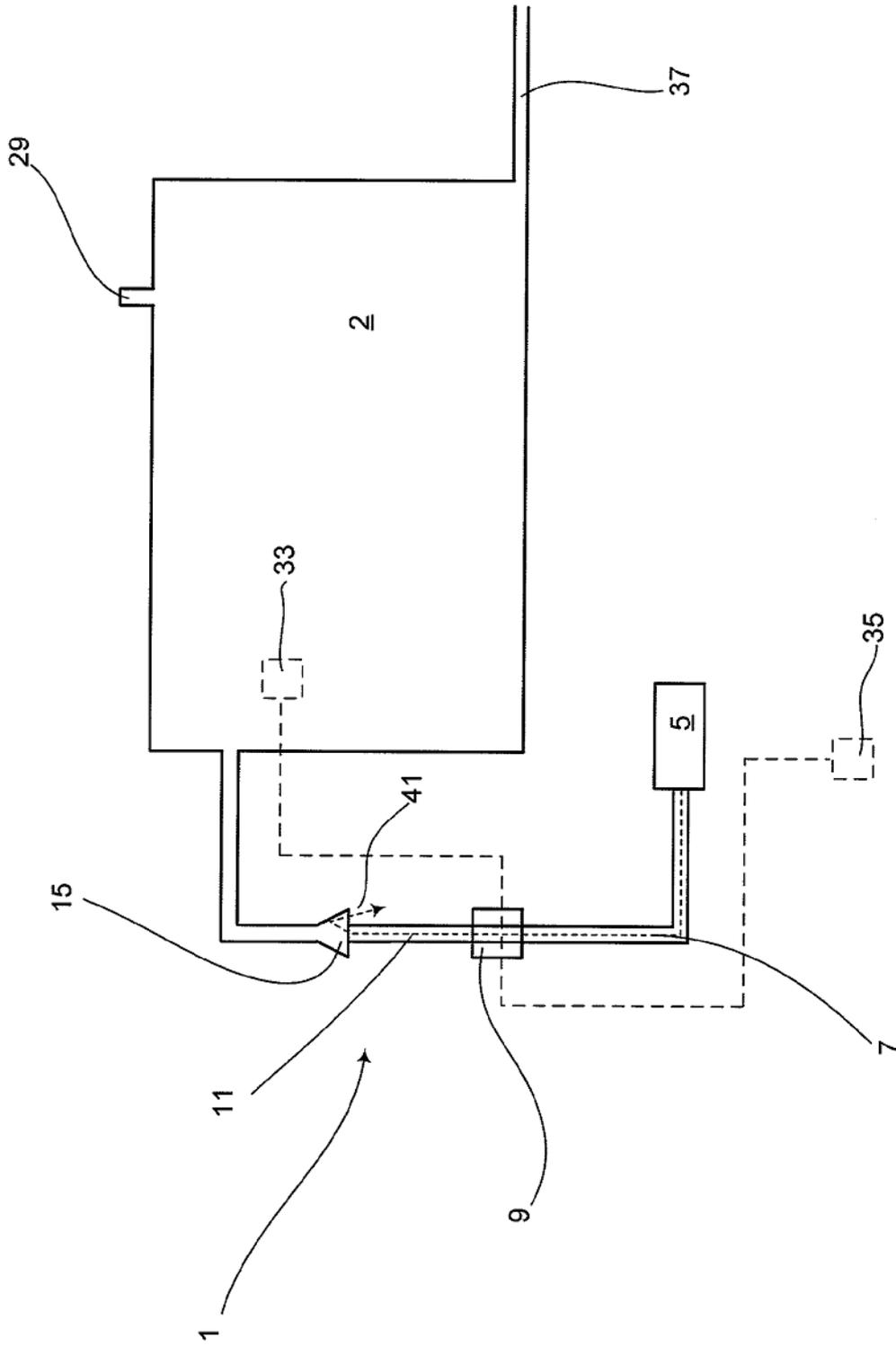


Fig.5 "Técnica Anterior"

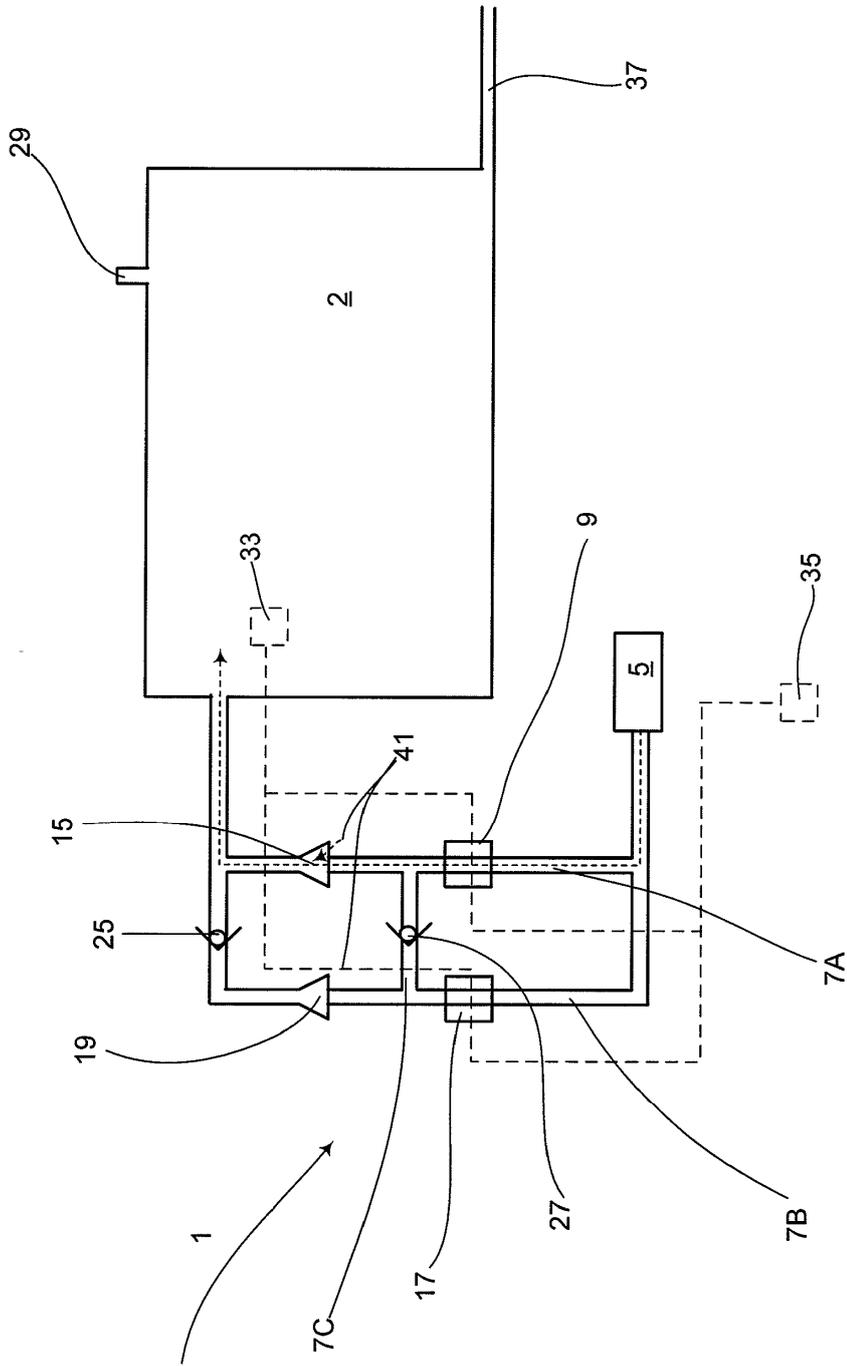


Fig. 6

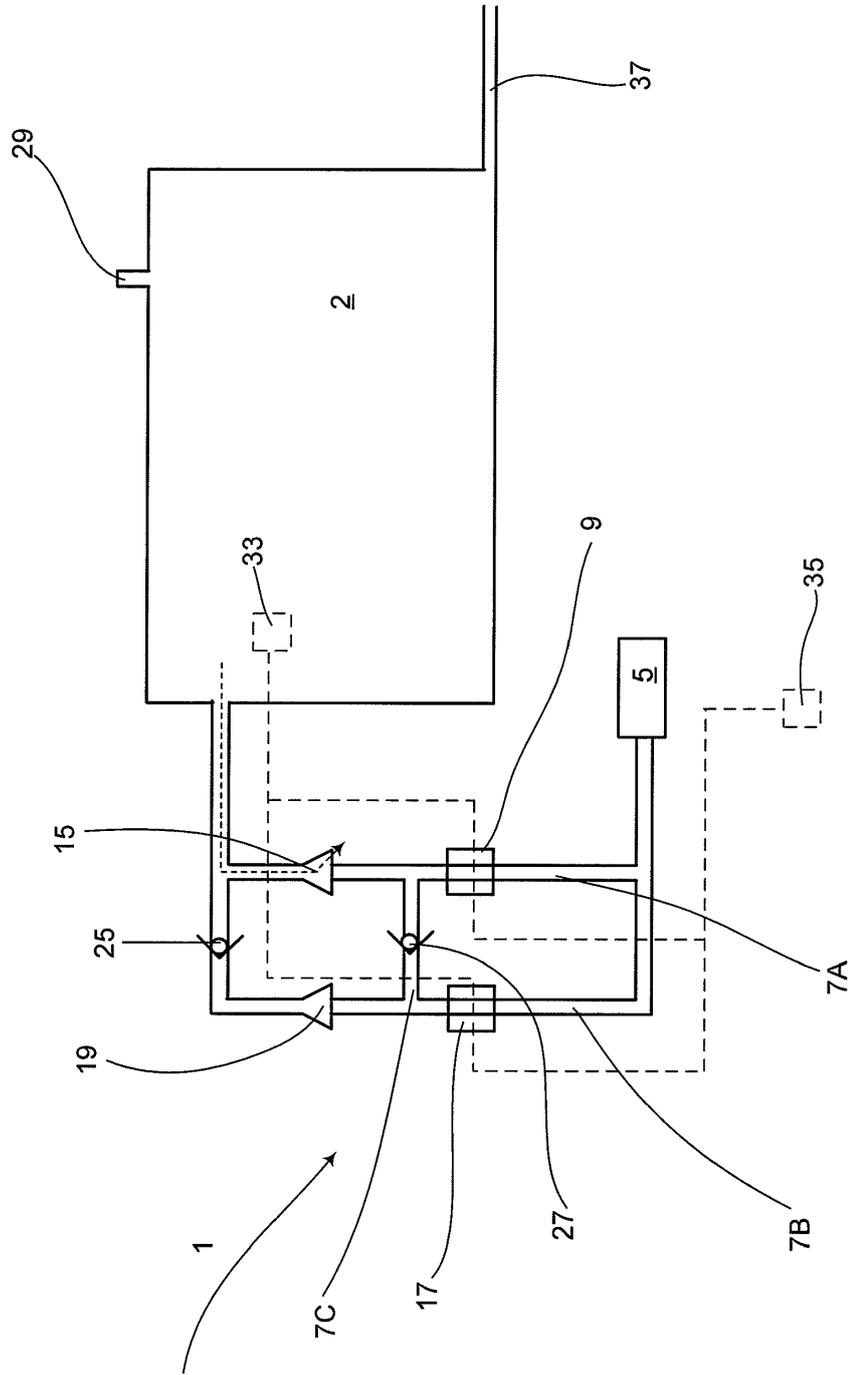


Fig. 7

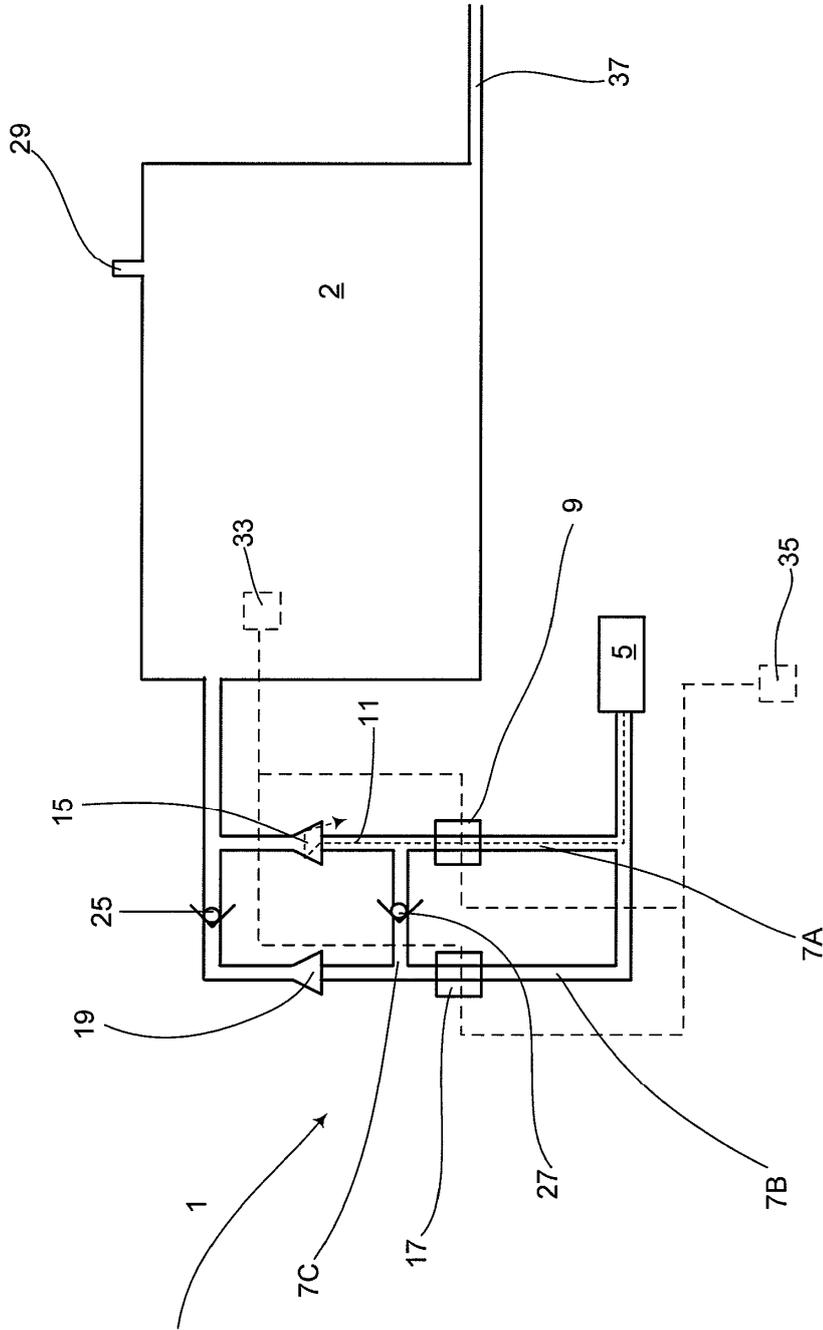


Fig. 8

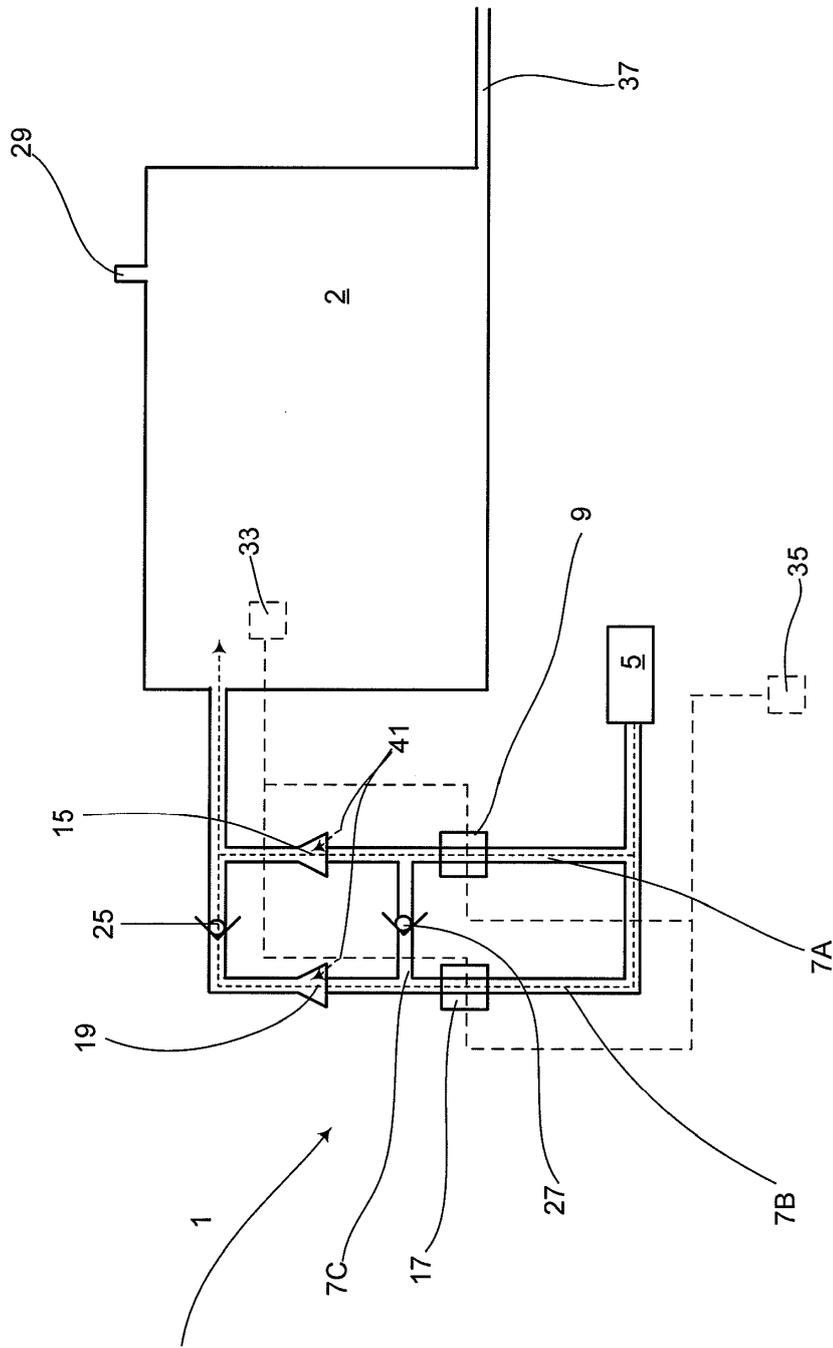


Fig. 9

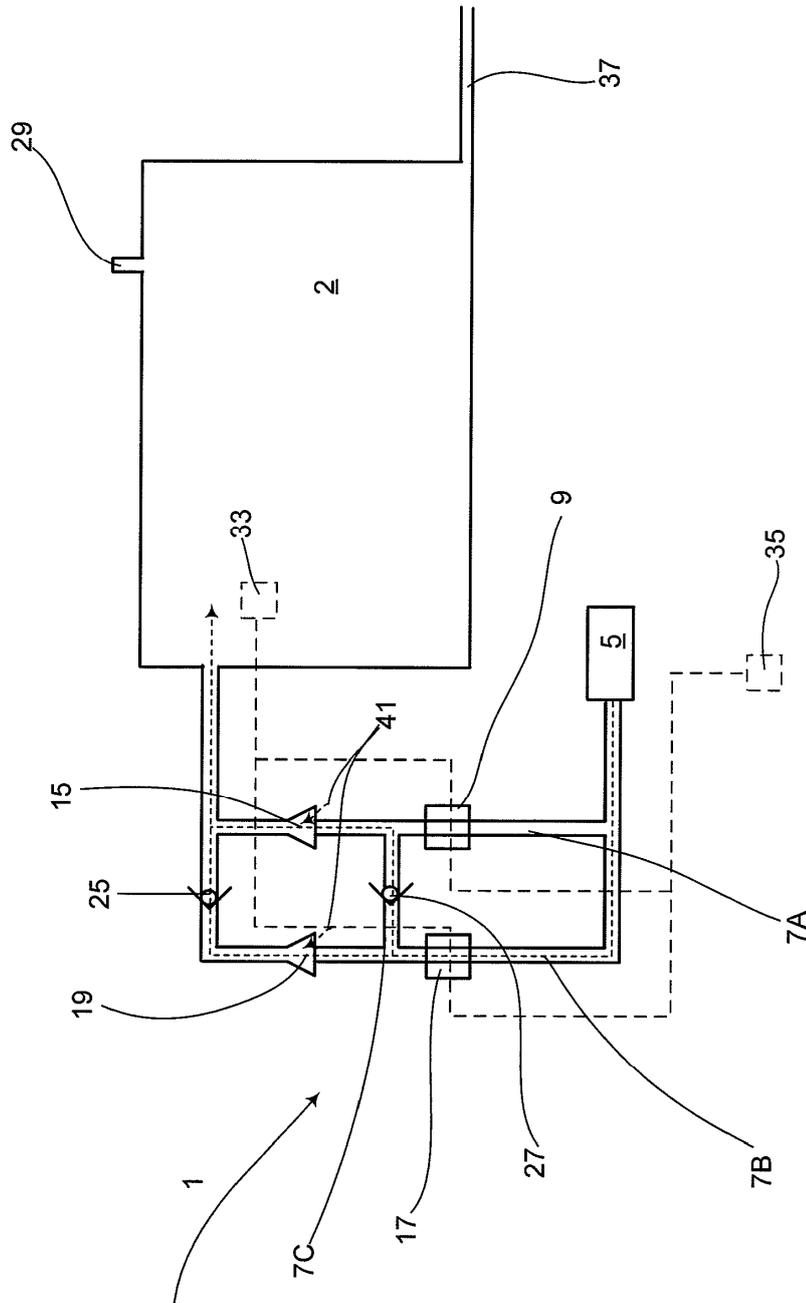


Fig. 10

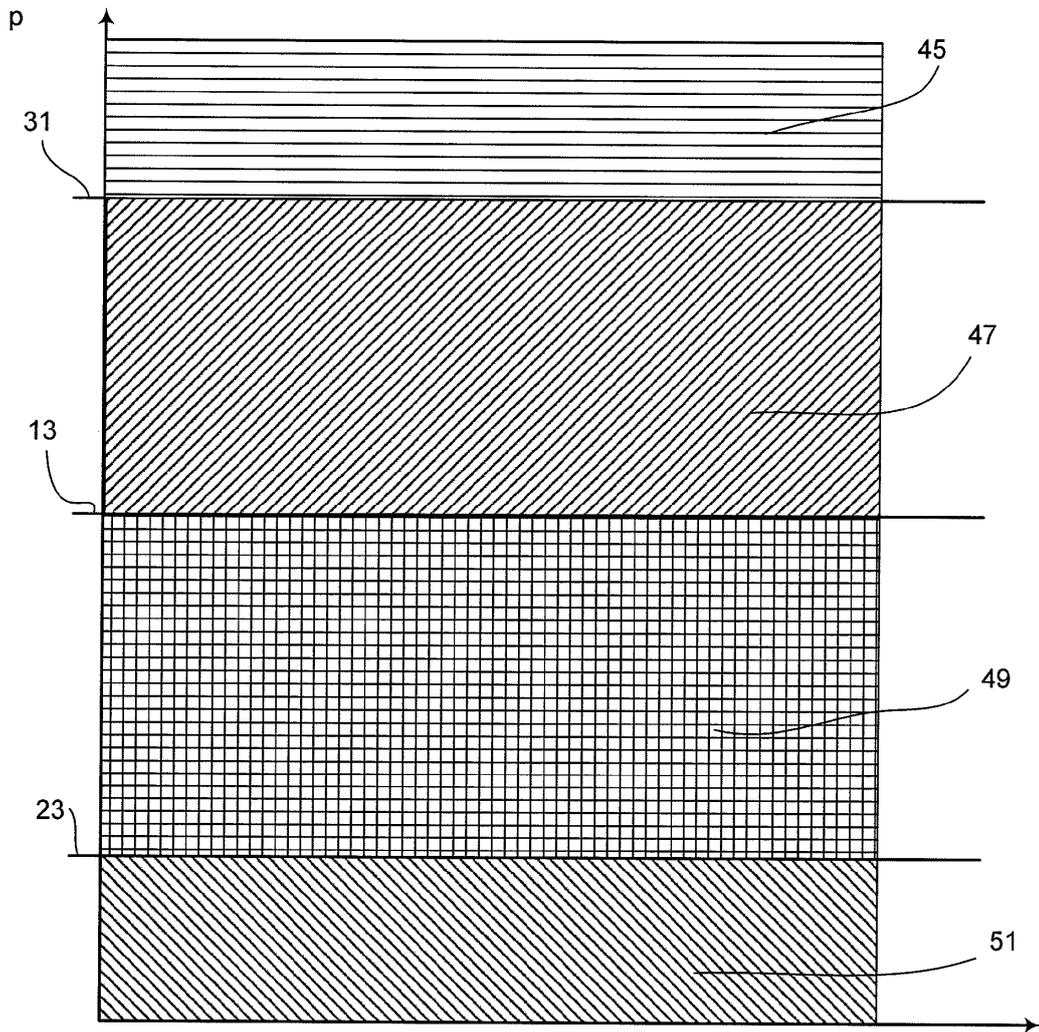


Fig. 11

