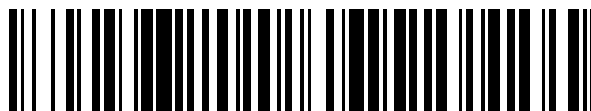


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 640**

51 Int. Cl.:

B01D 53/26 (2006.01)

F25B 41/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2011** **E 11799226 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014** **EP 2640493**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de secado en frío de un gas**

30 Prioridad:

16.11.2010 BE 201000681

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

26.12.2014

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE
VENNOOTSCHAP (100.0%)
Boomsesteenweg 957
2610 Wilrijk, BE**

72 Inventor/es:

GEERTS, BART

74 Agente/Representante:

POLO FLORES, Luis Miguel

ES 2 525 640 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento de secado en frío de un gas

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo y procedimiento de secado en frío de un gas.
- [0002]** El secado en frío se emplea, por ejemplo, en compresores que suministran un gas comprimido caliente que a menudo está saturado de agua.
- 10 **[0003]** Este gas comprimido primero ha de ser secado antes de poder ser suministrado a una red neumática porque la humedad en el gas puede ser perjudicial para los componentes y herramientas en la red neumática puesto que la humedad puede llevar a corrosión o acumulación de agua en herramientas que no están diseñadas a tal efecto.
- 15 **[0004]** El secado en frío está basado en el principio de que al enfriar un gas que está saturado o parcialmente saturado con agua, la humedad es eliminada del gas al condensarse la humedad y extraer el agua condensada, tras lo cual se vuelve a calentar el gas que ya no está saturado y por tanto está más seco.
- [0005]** Para el secado en frío se usa un dispositivo que principalmente consiste en un circuito cerrado de enfriamiento que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el dispositivo por un compresor y el cual además contiene, sucesivamente en las dirección del flujo del refrigerante, un condensador conectado a una salida del compresor; medios de expansión seguidos de un evaporador conectado a una entrada del compresor antes mencionado en donde el evaporador forma la parte primaria de un intercambiador de calor con una parte secundaria a través de la cual se guía el gas a secar.
- 20 **[0006]** Como resultado de la evaporación del refrigerante en el evaporador, o por consiguiente la parte primaria del intercambiador de calor, como es conocido, el calor extraído del gas a secar que fluye a través de la parte secundaria, en donde se enfría este gas a secar y, tras la evacuación del condensado formado, se vuelve a calentar.
- [0007]** Un dispositivo tal está diseñado para una carga nominal para secar un flujo de gas normal.
- 30 **[0008]** En el estado descargado, en otras palabras, cuando no fluye ningún gas a secar a través del intercambiador de calor, la capacidad de refrigeración del circuito de enfriamiento es demasiado alta, de manera que puede congelarse en o después del evaporador, lo cual ha de evitarse a toda costa.
- 35 **[0009]** Además el refrigerante en el circuito de enfriamiento es continuamente bombeado sin que se use de forma útil la capacidad de refrigeración del circuito de enfriamiento para secar el gas, de manera que se pierde mucha energía.
- [0010]** Una solución conocida a esto es proporcionar un tubo de derivación en el circuito cerrado de enfriamiento con una válvula de derivación en él, la cual, por una parte está cerrada cuando el dispositivo está cargada, o en otras palabras cuando un gas a secar fluye a través del intercambiador de calor y, por otra parte está abierto cuando el dispositivo está descargado y por consiguiente no fluye ningún gas a secar a través del intercambiador de calor.
- 40 **[0011]** En situaciones de carga el tubo de derivación por consiguiente no tiene efecto cuando está cerrado, y como resultado de esto el circuito de enfriamiento funciona a plena capacidad cuando todo el flujo del refrigerante que es comprimido por el compresor también es guiado a través del condensador y los medios de expansión, los cuales conjuntamente garantizan un considerable enfriamiento del refrigerante, y como este flujo íntegro de refrigerante frío también fluye a través del evaporador en el intercambiador de calor para enfriar el gas a secar.
- 45 **[0012]** Por otra parte, en estado descargado la válvula abierta garantiza que se bordee el compresor y que, como resultado de esto, al menos una parte del refrigerante comprimido por el compresor no fluya a través del condensador y los medios de expansión y esta parte del refrigerante por consiguiente no sea refrigerada por expansión de manera que haya mucha menos refrigeración en el evaporador y por consiguiente haya mucho menos riesgo de congelación en el evaporador o aguas abajo del mismo.
- 50 **[0013]** Aguas abajo y aguas arriba se consideran en la dirección del flujo de refrigerante en el circuito cerrado de enfriamiento.
- [0014]** Para una válvula de derivación que pueda cumplir con las funciones antes mencionadas, es conocido el uso de un tipo de válvula conocida por el nombre de "bypass de gas caliente" (HGBP), y más específicamente este tipo de válvula es una válvula de derivación controlada por presión con un elemento de válvula que se mantiene en posición cerrada bajo la influencia de un elemento de resorte para cerrar el tubo de derivación, y el cual también está provisto con un elemento sensible a la presión que actúa en el elemento de válvula antes mencionado, y el cual, cuando está sujeto a suficiente caída de presión, puede abrir la válvula contra la fuerza elástica.
- 60

[0015] En los dispositivos conocidos, el elemento sensible a la presión está expuesto a una presión de control que se desvía localmente desde un punto aguas abajo del evaporador por medio de un tubo interno de presión de control en el circuito, más específicamente en el punto donde el tubo de derivación conduce al circuito de enfriamiento.

[0016] Cuando un dispositivo así cambia de un estado descargado a un estado cargado a través de una cantidad de gas a secar conducido repentinamente a través del intercambiador de calor, la temperatura en el evaporador aumenta debido a la transferencia de calor desde el gas a secar al refrigerante más frío en el evaporador, de manera que se evapore más refrigerante en el evaporador, lo cual por sí mismo aumenta la presión en el evaporador y también aguas abajo del evaporador, y este aumento de presión lo nota la válvula de derivación, la cual de este modo se cerrará cuando el aumento de presión sea suficiente.

[0017] Una característica del control típica de una válvula HGBP es una diferencia de presión dada de la presión de control entre el estado cargado y descargado, la cual en dispositivos conocidos en un estado cargado resulta en una presión relativamente alta del refrigerante en la salida del evaporador, y por consiguiente también en el evaporador donde la presión es incluso mayor como resultado de las pérdidas de fricción que tienen lugar cuando el refrigerante fluye a través del evaporador.

[0018] Como el refrigerante en el circuito cerrado de enfriamiento está en una región de dos fases, hay una relación inequívoca entre la presión y la temperatura del refrigerante: una mayor presión en el evaporador también implica una mayor temperatura en el evaporador.

[0019] Esto conduce a la desventaja de que el gas a secar no es enfriado de forma óptima para secado en el evaporador, lo cual resulta en un mayor punto de rocío a presión del gas en la salida de la parte secundaria del intercambiador de calor, mientras que en esta salida el objetivo es la menor temperatura posible (a la menor temperatura del gas a secar también se le llama LAT o 'Lowest Air Temperature'-aunque el término LAT también se usa para otros gases además del aire) y el correspondiente punto de rocío a presión del gas para secarlo bien.

[0020] El objeto de la presente invención es proporcionar una solución a una o más de las desventajas antes mencionadas y/u otras desventajas proporcionando un dispositivo para secado en frío de un gas que consiste principalmente en un circuito cerrado de enfriamiento que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el circuito de enfriamiento por un compresor, y que además en la dirección del flujo del refrigerante sucesivamente comprende un condensador conectado a la salida del compresor; medios de expansión seguidos de un evaporador conectado a la entrada del compresor antes mencionado, en donde el evaporador constituye la parte primaria del intercambiador de calor con una parte secundaria a través de la cual se guía el gas a secar y en donde hay un tubo de derivación en el circuito de enfriamiento que puede cerrarse por medio de una válvula de derivación con un elemento de válvula que se mantiene en posición cerrada bajo la influencia de un elemento de resorte y con un elemento sensible a la presión que actúa sobre el elemento de válvula, y el cual, mediante un tubo de presión de control está expuesto a la presión de control local en el circuito donde la presión de control está conectada al circuito, en donde el tubo de presión de control está conectado al circuito cerrado de enfriamiento aguas arriba de la salida del evaporador.

[0021] Al conectar el tubo de presión de control en un punto del circuito de enfriamiento aguas arriba de la salida del evaporador, por ejemplo, en el evaporador o aguas arriba del evaporador en lugar de aguas abajo como en los dispositivos conocidos, y esto en un dispositivo que si no es idéntico, se obtienen una cantidad de ventajas importantes.

[0022] Una ventaja es que cuando se carga el secador refrigerativo, la presión y temperatura del refrigerante en el evaporador y en su salida es menor que con una conexión convencional aguas abajo, de manera que el gas a secar se puede enfriar de manera más intensa a un punto de rocío a presión más bajo y de este modo se pueda eliminar más líquido del gas a secar mediante la condensación, resultando en un mejor secado.

[0023] Una ventaja de esto es que para secar un flujo dado de un gas con una temperatura mínima del aire (LAT) en la salida de la parte secundaria del intercambiador de calor, es suficiente un intercambiador más pequeño y más compacto, o que con un intercambiador de calor dado se puede enfriar el mismo caudal a una menor LAT.

[0024] Otra ventaja es que el punto de rocío a presión solo aumenta ligeramente durante la transición desde el estado descargado al cargado, y que en caso de una carga cambiante el punto de rocío a presión varía menos y por consiguiente es más constante.

[0025] En una realización preferida se puede situar un estrangulador adicional en el circuito de enfriamiento aguas arriba del evaporador, más específicamente entre el evaporador y el punto aguas arriba del evaporador donde está conectado el tubo de presión de control al circuito de enfriamiento.

[0026] Esto tiene el efecto beneficioso de que la presión media en el evaporador y en la salida del evaporador en un estado cargado disminuirá incluso más y será más cercana a la presión en estado descargado, de manera que las ventajas antes mencionadas se amplifiquen.

[0027] La invención también se refiere a un procedimiento para secado en frío de un gas que consiste principalmente en un circuito cerrado de enfriamiento que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el circuito de enfriamiento por un compresor, y que además en la dirección del flujo del refrigerante sucesivamente comprende un condensador conectado a la salida del compresor; medios de expansión seguidos de un evaporador conectado a la entrada del compresor antes mencionado, en donde el evaporador constituye la parte primaria de un intercambiador de calor con una parte secundaria a través de la cual se guía el gas a secar y en donde hay un tubo de derivación en el circuito de enfriamiento que puede cerrarse por medio de una válvula de derivación con un elemento de válvula que se mantiene en posición cerrada bajo la influencia de un elemento de resorte, por lo cual cuando el dispositivo está cargado la válvula de derivación es abierta contra la fuerza elástica del elemento de resorte cuando la presión en el circuito cerrado de enfriamiento, en un punto aguas arriba de la salida del evaporador es mayor que un valor de consigna.

[0028] Con la intención de mostrar mejor las características de acuerdo con la invención, se describe a continuación una forma preferida de realización de un dispositivo de acuerdo con la invención para el secado en frío de una gas y un procedimiento aplicado con él, a modo de ejemplo sin carácter limitativo, con referencia a los dibujos que acompañan, en los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo para secado en frío del tipo conocido en estado de plena carga;
la figura 2 muestra la sección designada en la figura 1 por la flecha F2 a una escala mayor;
la figura 3 muestra la curva de presión del refrigerante en el evaporador de la figura 1;
la figura 4 muestra el dispositivo de la figura 1 en estado descargado;
la figura 5 muestra esquemáticamente un dispositivo de acuerdo con la invención;
la figura 6 muestra la curva de presión del refrigerante en el evaporador de la figura 5;
la figura 7 muestra una variante de un dispositivo de acuerdo con la invención;
la figura 8 muestra la curva de presión del refrigerante en el evaporador de la figura 7;
la figura 9 muestra una variante de un dispositivo de acuerdo con la invención; y
la figura 10 muestra la curva de presión del refrigerante en el evaporador de la figura 9;

[0029] El dispositivo conocido 1 para secar en frío gases mostrado en la figura 1 comprende un circuito de enfriamiento 2 que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el circuito por un compresor 3 accionado por medio de un motor 4 o similar, preferiblemente pero no necesariamente, un motor con una velocidad constante.

[0030] La dirección de flujo del refrigerante en el circuito está indicada por las flechas M. Aguas arriba y aguas abajo están definidos de acuerdo con esta dirección de flujo M.

[0031] Además el circuito de enfriamiento 2 contiene, sucesivamente en la dirección de flujo del refrigerante, un condensador 5 conectado a una salida del compresor 3 y la cual por ejemplo es refrigerada mediante un ventilador 6; medios de expansión 7, por ejemplo en la forma de una válvula de expansión; un evaporador 8 conectado a una entrada del compresor antes mencionado 3 y que forma parte del intercambiador de calor 9 con una parte primaria que está formada por el evaporador 8 y una parte secundaria a través de la cual se conduce el gas a secar en la dirección de las flechas L por medio de un tubo de suministro 11 a fin de ser enfriado por el evaporador.

[0032] El gas enfriado en el intercambiador de calor 8 primero es conducido a través de un separador de líquido 13 por medio de un tubo de salida 12 y luego a través de un intercambiador de calor 14 para volver a calentar el gas enfriado.

[0033] En este caso este intercambiador de calor 14 hace uso del calor de recuperación contenido en el gas a secar suministrado y con este fin consiste en una parte primaria 15 que está incorporada al tubo de suministro 11 antes mencionado y una parte secundaria 16 que está incorporada en el tubo de salida 12.

[0034] La presencia del separador de líquido 13 y el intercambiador de calor 14 no es necesaria y puede ser omitida por ciertas aplicaciones en las cuales el aire seco sigue estando saturado de agua parcial o totalmente.

[0035] El circuito de enfriamiento 2 además está equipado con un tubo de derivación 17 conectado al circuito de enfriamiento 2 a fin de bordear el compresor 3, y el cual con este fin se sitúa entre la entrada y la salida del compresor 3.

[0036] El tubo de derivación 17 puede cerrarse por medio de una válvula de derivación 18 que está situada entre una primera sección 17A del tubo de derivación 17 conectado al circuito de enfriamiento 2 en el lado de la salida del compresor 3, y una segunda sección 17B conectada al circuito de enfriamiento 2 a lo largo del lado de la entrada del compresor 3, más específicamente aguas abajo del evaporador 8.

[0037] La válvula de derivación 18 está equipada con un canal de flujo 19 con una entrada 20 conectada a la primera sección 17A del tubo de derivación 17 y una salida 21 conectada a la segunda sección 17B del tubo de derivación 17.

5 **[0038]** Como se muestra con más detalle en la figura 2, la entrada 20 está separada de la salida 21 por un paso 22 que puede cerrarse por medio de un elemento de válvula 23.

[0039] La válvula de derivación 18 además comprende una cámara de presión cerrada 24 que está separada del canal de flujo 19 por una pared separadora 25 con un paso de pared 26.

10 **[0040]** El elemento de válvula 23 tiene un vástago de válvula 27 que parcialmente atraviesa el paso de pared 26 antes mencionado a la cámara de presión 24, y que en su extremo tiene un asiento de resorte 28 para un resorte 29 que está comprimido entre la pared separadora 25 y el asiento de resorte 28 y que mantiene el elemento de válvula 23 en un estado cerrado.

15 **[0041]** La cámara de presión 24 tiene un elemento sensible a la presión, por ejemplo en la forma de una membrana 30 que cierra la cámara de presión 24 y la cual está en contacto con el asiento de resorte 28 antes mencionado.

20 **[0042]** La membrana 30 antes mencionada forma una separación entre la cámara de presión 24 antes mencionada y una segunda cámara de presión 31 que está conectada al "bulbo" 33 por medio de un tubo capilar 32. Como este bulbo 33 no es de mayor importancia para la invención, no se entrará a explicar su papel.

25 **[0043]** La válvula de derivación 18 también tiene, en este caso, un tubo interno de presión de control 34 por medio del cual se conecta la cámara de presión 24 a la salida 21 a fin de sentir, por medio de la sección 17B del tubo de derivación 17, la presión en el circuito de enfriamiento 2 aguas abajo del evaporador 8. Obvia decir que el tubo de presión de control 34 también puede estar construido en la forma de un tubo externo.

30 **[0044]** El funcionamiento del dispositivo conocido 1 arriba descrito está ilustrado en el estado cargado en base a las figuras 1 y 2 en las que el tubo de derivación 17 está cerrado por la válvula de derivación 18.

[0045] El motor 4 acciona el compresor que hace circular el refrigerante en el circuito de enfriamiento en la dirección de las flechas M.

35 **[0046]** El refrigerante gaseoso comprimido luego es enfriado en el condensador 5, de manera que cambia de la fase de gas a la fase líquida.

[0047] El refrigerante entonces es sometido a una expansión por los medios de expansión 7, de manera que la temperatura del refrigerante cae drásticamente.

40 **[0048]** Este refrigerante enfriado entonces fluye a través del evaporador 8 donde entra en contacto térmico con el gas a secar que fluye a través de la parte secundaria 10 del intercambiador de calor 9, del cual el evaporador forma la parte primaria.

45 **[0049]** Como resultado, el gas a secar es enfriado y generalmente saturado con vapor de agua, por lo cual se condensa la humedad en el gas y se convierte en gotas que puede ser extraídas mediante el separador de líquido 13.

50 **[0050]** Al calentar el gas frío tras el separador de líquido 13 en el intercambiador de calor 14, la humedad relativa cae y de este modo el gas se seca más.

[0051] En el evaporador 8 el refrigerante que entra en la fase líquida se evapora debido a la transferencia de calor del gas a secar al refrigerante. La dirección de la transferencia de calor en el intercambiador de calor está indicada por las flechas W.

55 **[0052]** El gas que abandona el evaporador 8 de nuevo es absorbido por el compresor 3 y continúa siendo bombeado alrededor del circuito de enfriamiento 2, de manera que el refrigerante puede comenzar con el siguiente ciclo de refrigeración.

60 **[0053]** Como resultado de la evaporación del refrigerante en el evaporador 8 la presión en el evaporador, así como aguas abajo del evaporador 8, aumenta, y por consiguiente también en la cámara de presión 24, la cual está conectada al circuito de enfriamiento 2 por medio de la sección 17B del tubo de derivación. Debido a la relativamente alta presión en la cámara de presión 24, cuando se carga la membrana 30 en el sentido en el que refuerce o contrarreste la acción del resorte 29 en el elemento de válvula 23.

65 **[0054]** Como resultado el paso 22 se mantiene cerrado en condiciones de carga por el elemento de válvula 23 y no fluye refrigerante a través del tubo de derivación, de manera que todo el flujo que es comprimido por el compresor 3

también fluya a través del condensador 5, los medios de expansión 7 y el evaporador 8. Como todo este flujo fluye a través del evaporador 8, hay una caída de presión relativamente grande en todo el evaporador 8 debido a las pérdidas de fricción del flujo.

[0055] El cambio en la presión media a lo largo del recorrido del refrigerante a través del evaporador 8 en el circuito de enfriamiento 2 entre el punto A, el cual, como se muestra en la figura 1, está situado en la entrada del evaporador 8, a través de un punto B en el evaporador 8 a un punto C en la salida del evaporador 8, se muestra como curva 35 en la figura 3, en donde la diferencia de presión entre A y C se debe a la caída de presión en el evaporador 8 antes mencionada.

[0056] Cuando la carga se retira repentinamente y no fluye más gas a secar a través del intercambiador de calor 9, como se muestra esquemáticamente en la figura 4, entonces no hay más suministro de calor al refrigerante en el evaporador 8.

[0057] La evaporación del refrigerante por consiguiente para parcialmente, de manera que la presión en el evaporador disminuye y por consiguiente también la presión en la cámara de presión 24, y esta presión de hecho es una infrapresión que tira de la membrana 30 hacia dentro de la cámara de presión 24. Cuando la falta de presión es suficientemente baja, la fuerza del resorte 29 es superada por la fuerte fuerza de succión en la membrana 30 y se empuja el elemento de válvula 23 del paso 22 de manera que se abre.

[0058] El tubo de derivación 17 ahora está abierto, de manera que una parte del flujo comprimido por el compresor 3 inmediatamente vuelve a ser succionado por el compresor 3 sin fluir a través del condensador 5, válvula de expansión 7 y el evaporador 8, mientras que el flujo restante sigue fluyendo a través de todo el circuito de enfriamiento 2.

[0059] La curva de presión entre los puntos A y C en el estado descargado se muestra como curva 36 en la figura 3, en la cual ya se muestra la curva 35 del estado cargado.

[0060] La curva 35 del estado cargado está completamente situada por encima de la curva 36 del estado descargado, lo cual se debe al aumento de presión que ocurre en el evaporador 8 al ser cargado como resultado de la transferencia de calor del gas a secar al refrigerante en el evaporador y debido al hecho de que la válvula necesita cierta diferencia de presión Δp_{ref} para ser capaz de actuar sobre el aumento de presión.

[0061] La curva de presión según la curva 35 en el estado cargado también es más empinada que la curva 36 en el estado descargado, lo cual es el resultado de mayores pérdidas de carga en el evaporador 8 debido al hecho de que en estado cargado todo el flujo fluye a través del evaporador 8, mientras en el estado descargado solo una parte de este flujo fluye a través del evaporador 8 mientras la otra parte es desviada a través del tubo de derivación 17.

[0062] Es una característica de la válvula de derivación 18 que la diferencia de presión entre el estado descargado y cargado en el punto donde se desvía la presión de control se aproxima al valor constante Δp_{ref} . Este valor Δp_{ref} depende de varios factores tales como las pérdidas de presión, la capacidad relativa del compresor, la expansión y similares. A fin de ser capaces de desviar cierta potencia, se necesita cierta diferencia de posición de la válvula. Una diferencia de posición de la válvula siempre requiere una diferencia de presión fija: esta es Δp_{ref} .

[0063] Esta Δp_{ref} se puede leer en la figura 3 en el punto C, puesto que en el caso del dispositivo conocido la presión de control se desvía aguas abajo en el evaporador 8.

[0064] La figura 3 también muestra esquemáticamente la "línea de congelación" 37, que muestra a qué presión hay riesgo de congelación.

[0065] Es dispositivo generalmente se configura de manera que la curva 36 en el estado descargado esté justo encima de esta línea de congelación horizontal 37.

[0066] En el estado cargado la curva 35 está situada bastante por encima de la línea de congelación, lo cual resulta en un refrigeración ineficiente con temperaturas relativamente altas en el evaporador, y por consiguiente un secado ineficiente.

[0067] La invención se explica en lo sucesivo en base al dispositivo de la figura 5 que difiere del dispositivo conocido de la figura 1 en el hecho de que la cámara de presión 24 de la válvula de derivación 18 está conectada por medio de un tubo externo de presión de control 38 al circuito de enfriamiento 2 en el punto A aguas arriba del evaporador 8 en vez de en un punto aguas abajo del evaporador 8.

[0068] El dispositivo 1 de acuerdo con la invención, como era el caso del dispositivo convencional de la figura 1, está configurado de manera que en el estado descargado la curva de presión en el evaporador 8 esté justo por encima de la línea de congelación 37.

[0069] Esta curva de presión en el estado descargado se muestra en la figura 6 para el dispositivo de la figura 5 como curva 39, mientras que esta curva 39, dada la configuración antes mencionada, coincide con la curva 36 del dispositivo convencional.

[0070] En caso de cambiar del estado descargado al estado cargado, se puede ver el efecto de la conexión del tubo externo de presión de control 38 en el punto A aguas arriba del evaporador 8, puesto que ahora en la característica diferencia de presión Δp_{ref} antes mencionada en la válvula de derivación 18 estará en el punto A en lugar de en el punto C, como era el caso en la figura 3. Esto por consiguiente determina la presión en el punto A cuando se carga.

[0071] El posterior cambio de presión en el evaporador 8 al estar cargado se determina principalmente por las pérdidas de carga debidas al flujo del refrigerante a través del evaporador 8.

[0072] La caída de presión entre A y C en el estado cargado será igual a la caída de presión entre A y C en la figura 3 para un circuito de enfriamiento con el mismo flujo.

[0073] Esto resulta en la curva 40 al estar cargado, lo cual se muestra en la figura 6 junto a la correspondiente curva 35 bajo una carga para un dispositivo convencional.

[0074] Una ventaja de la invención es que la curva 39 en el caso de la invención en el estado cargado es menor con respecto a la curva 35 para una situación convencional similar, y por consiguiente está más cercana a la línea de congelación horizontal antes mencionada 37, de manera que el refrigerante pueda enfriar el aire a secar de manera más intensa, lo cual resulta en un mejor secado.

[0075] De la figura 6 se puede derivar que debido a la aplicación de la invención, la curva 39 en el estado descargado y la curva 40 en el estado cargado están más cerca entre sí, lo cual apunta a unas diferencias de presión y temperatura menores entre un estado cargado y uno descargado, con un punto de rocío a presión del aire secado más constante como resultado favorable.

[0076] La segunda cámara de presión 31, el tubo capilar 32 y el bulbo 33 no son estrictamente necesarios para la invención y por consiguiente se pueden omitir, como se muestra en la figura 5, aunque también puedan estar presentes puesto que no interfieren con la invención.

[0077] Alternativamente con respecto a la realización de la figura 5, el tubo de presión de control 38 también se puede conectar al circuito cerrado de enfriamiento 2 en un punto en el evaporador 8, lo cual significa en un punto de la entrada o en un punto entre la entrada y la salida del evaporador 8. El efecto favorable de la invención será entonces mayor puesto que el punto en donde se conecta el tubo de presión de control 38 al circuito cerrado de enfriamiento 2 está localizado más aguas arriba de la salida del evaporador 8.

[0078] Lo que es importante para obtener el efecto favorable de la invención es que el tubo de presión de control 38 esté conectado al circuito cerrado de enfriamiento 2 en un punto aguas arriba de la salida del evaporador 8 y a una distancia de esta salida y preferiblemente aguas arriba del evaporador 8.

[0079] En la figura 7 se muestra una variante de un dispositivo de acuerdo con la invención, la cual difiere del dispositivo de la figura 5 en que hay un estrangulador 41 en el circuito de enfriamiento 2 aguas arriba del evaporador 8, más específicamente entre la entrada A del evaporador 8 y el punto R donde se conecta el tubo de presión de control 38 al circuito de enfriamiento 2.

[0080] El resultado de un tal estrangulador 40 se muestra claramente en base a la figura 8, la cual muestra la curva de presión entre los puntos R y C como curva 42 en el estado cargado y curva 43 en el estado descargado.

[0081] El efecto del estrangulador 40, tanto en estado cargado como en estado descargado, se puede ver como una aguda caída de presión entre R y A que es mayor en el estado cargado que en el estado descargado, puesto que en el estado cargado todo el flujo de refrigerante comprimido fluye a través del estrangulador 40, mientras que en el estado descargado solo lo hace una parte de él.

[0082] La caída de presión en el evaporador 8, en otras palabras entre los puntos A y C, es similar a la situación de la figura 6 sin el estrangulador 40.

[0083] La distancia entre las curvas 42 y 43 esta vez está determinada por la diferencia de presión Δp_{ref} conseguida por la válvula de derivación 18 en el punto R donde el tubo de presión de control 38 está conectado al circuito de enfriamiento 2.

[0084] A partir de la figura 8 está claro que, gracias al estrangulador 40, las curvas 42 y 43 están incluso más cercanas entre sí que las curvas 39 y 40 de la figura 6 para una situación sin el estrangulador 40, y la curva 42 está incluso más cerca de la línea de congelación 37 de manera que en estado cargado el enfriamiento puede ser incluso más profundo.

- 5 **[0085]** Mediante una elección adecuada del estrangulador 40 se puede asegurar que en el punto C en la salida del evaporador 8, las curvas 42 y 43 coincidan, de manera que en la salida del evaporador 8 no haya diferencia entre una situación cargada y descargada, o incluso puede asegurarse que en este punto la curva 42 esté debajo de la curva 43, y el estado cargado posibilita el enfriamiento a una situación cercana a la congelación.
- 10 **[0086]** La figura 9 muestra otra variante de la invención que también presenta ventajas con respecto a los dispositivos conocidos como se describió en la figura 1.
- 10 **[0087]** El dispositivo de la figura 9 es análogo al de la figura 7, con la diferencia de que el tubo de derivación 17 no solo bordea el compresor 3, sino que también el evaporador 8 de manera que el mismo flujo fluya siempre a través del evaporador 8, independientemente de si la válvula de derivación 18 detecta un estado cargado o descargado.
- 15 **[0088]** La caída de presión en el evaporador será la misma en el estado cargado y descargado, lo cual está ilustrado en la figura 10 con las curvas 44 y 45 respectivamente para un estado cargado y descargado.
- 15 **[0089]** Esto muestra el favorable efecto del estrangulador 40 que acerca ambas curvas entre sí en comparación con las situaciones existentes.
- 20 **[0090]** Es obvio que en todos los casos la válvula de derivación 18 es ajustable si se necesita, por ejemplo ajustando la fuerza del resorte.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para secado en frío de un gas que consiste principalmente en un circuito cerrado de enfriamiento (2) que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el circuito de enfriamiento (2) por un compresor (3), y que además en la dirección del flujo (M) del refrigerante sucesivamente comprende un condensador (5) conectado a la salida del compresor (3); medios de expansión (7) seguidos de un evaporador (8) conectado a la entrada del compresor (3) antes mencionado, en donde el evaporador (8) constituye la parte primaria de un intercambiador de calor (9) con una parte secundaria (10) a través de la cual se guía el gas a secar y en donde hay un tubo de derivación (17) en el circuito de enfriamiento (2) que puede cerrarse por medio de una válvula de derivación (18) con un elemento de válvula (23) que se mantiene en posición cerrada bajo la influencia de un elemento de resorte y con un elemento sensible a la presión (30) que actúa sobre el elemento de válvula (23), y el cual, mediante un tubo de presión de control (38) está expuesto a la presión de control local en el circuito de enfriamiento (2) **caracterizado porque** el tubo de presión de control (38) está conectado al circuito cerrado de enfriamiento (2) aguas arriba de la salida del evaporador (8).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el tubo de presión de control (38) está conectado al circuito cerrado de enfriamiento (2) aguas arriba del evaporador (8).
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** un extremo del tubo de derivación (17) está conectado al circuito de enfriamiento (2) en un punto situado entre la salida del compresor (3) y el condensador (5) y el otro extremo está conectado a un punto del circuito de enfriamiento (2) situado entre la salida del evaporador (8) y la entrada del compresor (3).
4. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** un extremo del tubo de derivación (17) está conectado al circuito de enfriamiento (2) en un punto situado entre la salida del compresor (3) y el condensador (5) y el otro extremo está conectado a un punto del circuito de enfriamiento (2) situado entre los medios de expansión (7) y la entrada del compresor (8).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la válvula de derivación es de tal manera que al cargarla se abre el elemento de válvula (23) contra la fuerza del resorte a partir de un valor de consigna de la presión de control antes mencionada y porque esta válvula es ajustable.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** hay un estrangulador (40) en el circuito de enfriamiento (2) entre los medios de expansión (7) y la entrada del evaporador (8).
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el estrangulador (40) es elegido de manera que en estado cargado la presión del refrigerante en el circuito de enfriamiento (2) en la salida del evaporador (8) sea aproximadamente igual a la presión del refrigerante en la salida del evaporador (8) en un estado descargado.
8. Dispositivo según la reivindicación 6 o 7, **caracterizado porque** el estrangulador (40) es elegido de manera que en estado cargado la presión del refrigerante en el circuito de enfriamiento (2) en la salida del evaporador (8) sea menor o igual a la presión del refrigerante en la salida del evaporador (8) en un estado descargado.
9. Dispositivo según la reivindicación 6 a 8, **caracterizado porque** el estrangulador (40) es elegido de manera que en estado cargado la presión del refrigerante en el circuito de enfriamiento (2) en la salida del evaporador (8) es elegida de manera que la correspondiente temperatura del refrigerante en la salida del evaporador (8) sea igual o aproximadamente igual a 0°C.
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la válvula de derivación (18) usada es una válvula 'HGBP' (bypass de gas caliente) con un tubo externo de presión de control (38).
11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la válvula de derivación (18) tiene un canal de flujo (19) con un pasaje cerrable (26) y una cámara de presión cerrada (24) que está conectada por medio del tubo de presión de control (38) antes mencionado al circuito de enfriamiento (2), y que el elemento sensible a la presión (30) es una membrana que cierra una abertura de la cámara de presión (24) y la cual está situada en oposición a la pared separadora (25) entre el canal de flujo (19) y la cámara de presión (24), por lo que el elemento de válvula (23) está equipado para cerrar el pasaje (26) antes mencionado y tiene un vástago de válvula (27) que se extiende parcialmente por medio de un paso de pared (26) en la pared separadora (25) antes mencionada a la cámara de presión (24), y el cual en el extremo situado en la cámara de presión (24) tiene un asiento de resorte (28) para un resorte (29) que es comprimido entre la pared separadora (25) antes mencionada y el asiento de resorte (28) que mantiene el elemento de válvula (23) en una posición cerrada y el asiento de resorte (28) en contacto con el elemento sensible a la presión (30).
12. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la válvula de derivación (18) usada es una válvula 'HGBP' (bypass de gas caliente) sin bulbo sensible a la temperatura (33).

13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el compresor (3) está equipado con un motor con una velocidad constante.

5 **14.** Procedimiento para secado en frío de un gas mediante un dispositivo que consiste principalmente en un circuito cerrado de enfriamiento (2) que contiene un refrigerante que puede hacerse circular en el circuito de enfriamiento (2) por un compresor (3), y que además en la dirección del flujo (M) del refrigerante sucesivamente contiene un condensador (5) conectado a la salida del compresor (3); medios de expansión (7) seguidos de un evaporador (8) conectado a la entrada del compresor (3) antes mencionado, en donde el evaporador (8) constituye la parte primaria de un intercambiador de calor (9) con una parte secundaria (10) a través de la cual se guía el gas a secar y en donde hay un tubo de derivación (18) en el circuito de enfriamiento (2) que puede cerrarse por medio de una válvula de derivación (18) con un elemento de válvula (23) que se mantiene en posición cerrada bajo la influencia de un elemento de resorte, **caracterizado porque** cuando el dispositivo está cargado la válvula de derivación es abierta contra la fuerza elástica del elemento de resorte cuando la presión en el circuito cerrado de enfriamiento (2), en un punto aguas arriba de la salida del evaporador (8) es mayor que un valor de consigna.

15 **15.** Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la válvula de derivación es abierta contra la fuerza elástica del elemento de resorte cuando la presión en el circuito cerrado de enfriamiento (2), en un punto aguas arriba del evaporador (8) es mayor que un valor de consigna.

20

ESTADO DE LA TECNICA

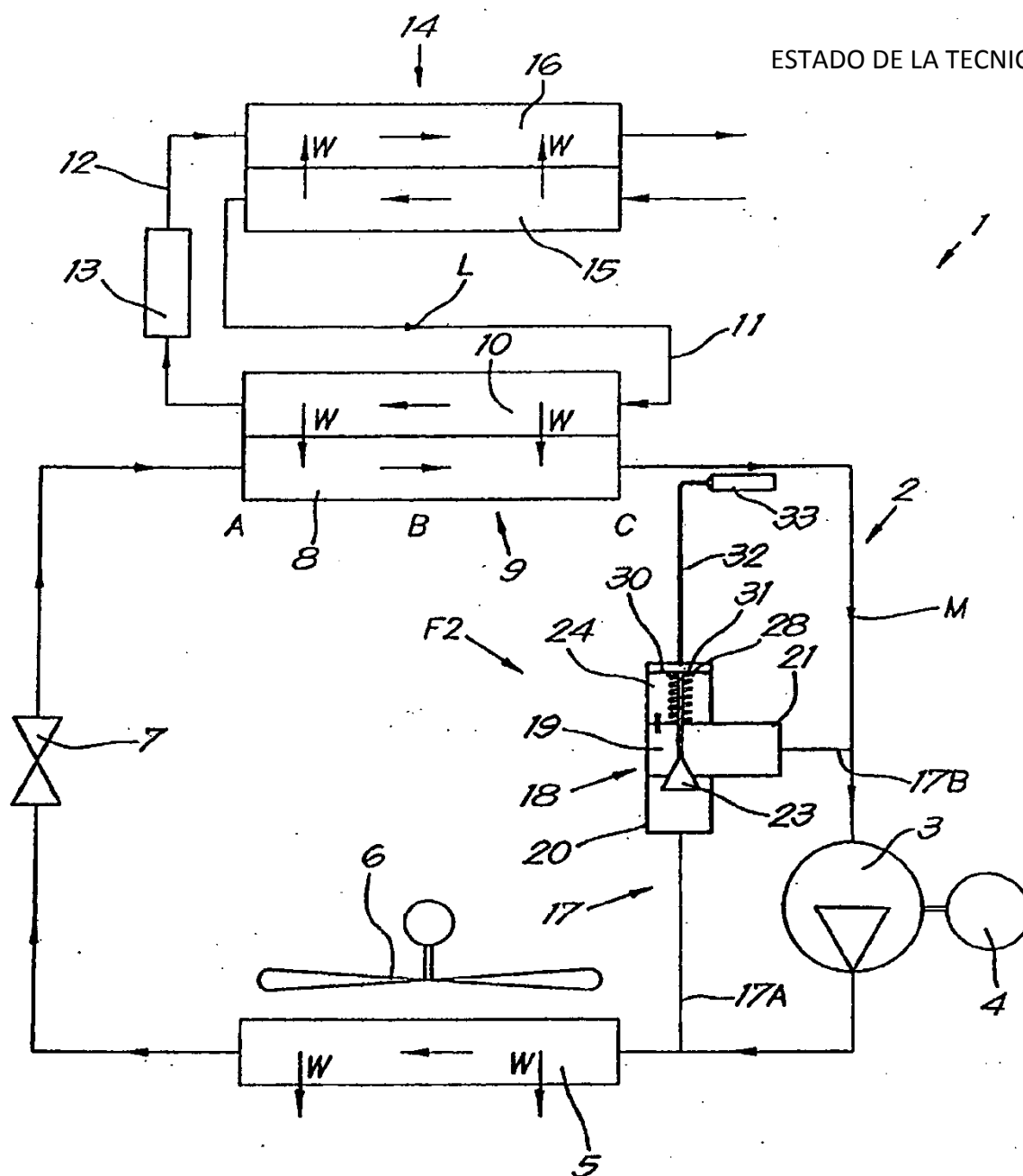


Fig. 1

ESTADO DE LA TECNICA

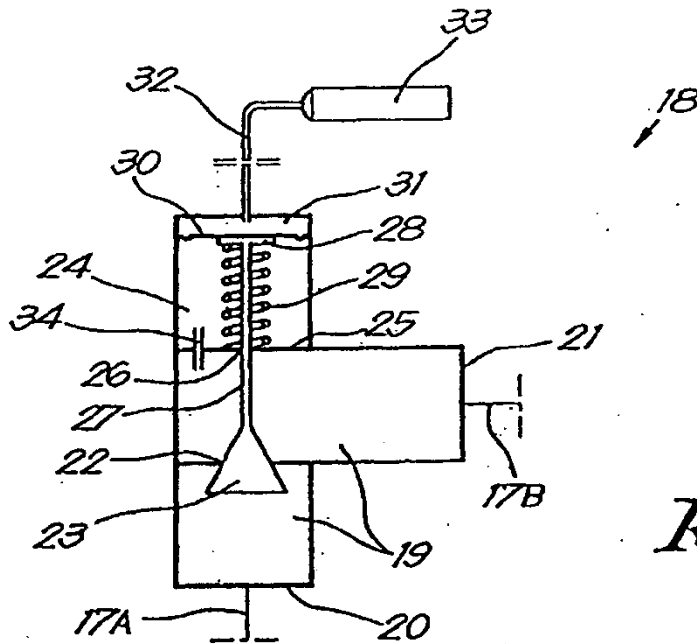


Fig. 2

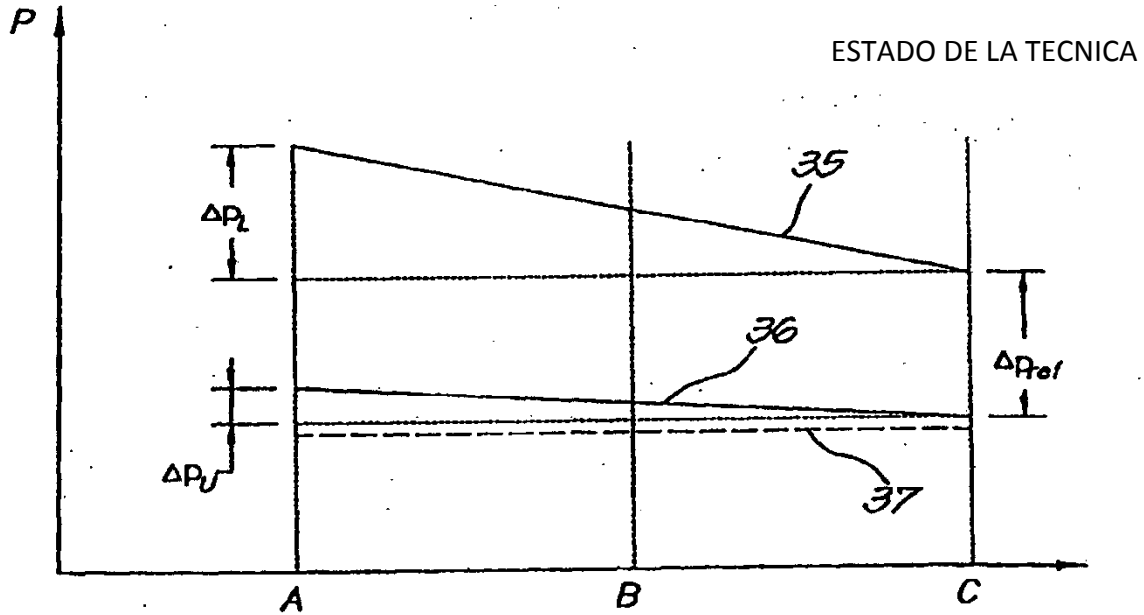


Fig. 3

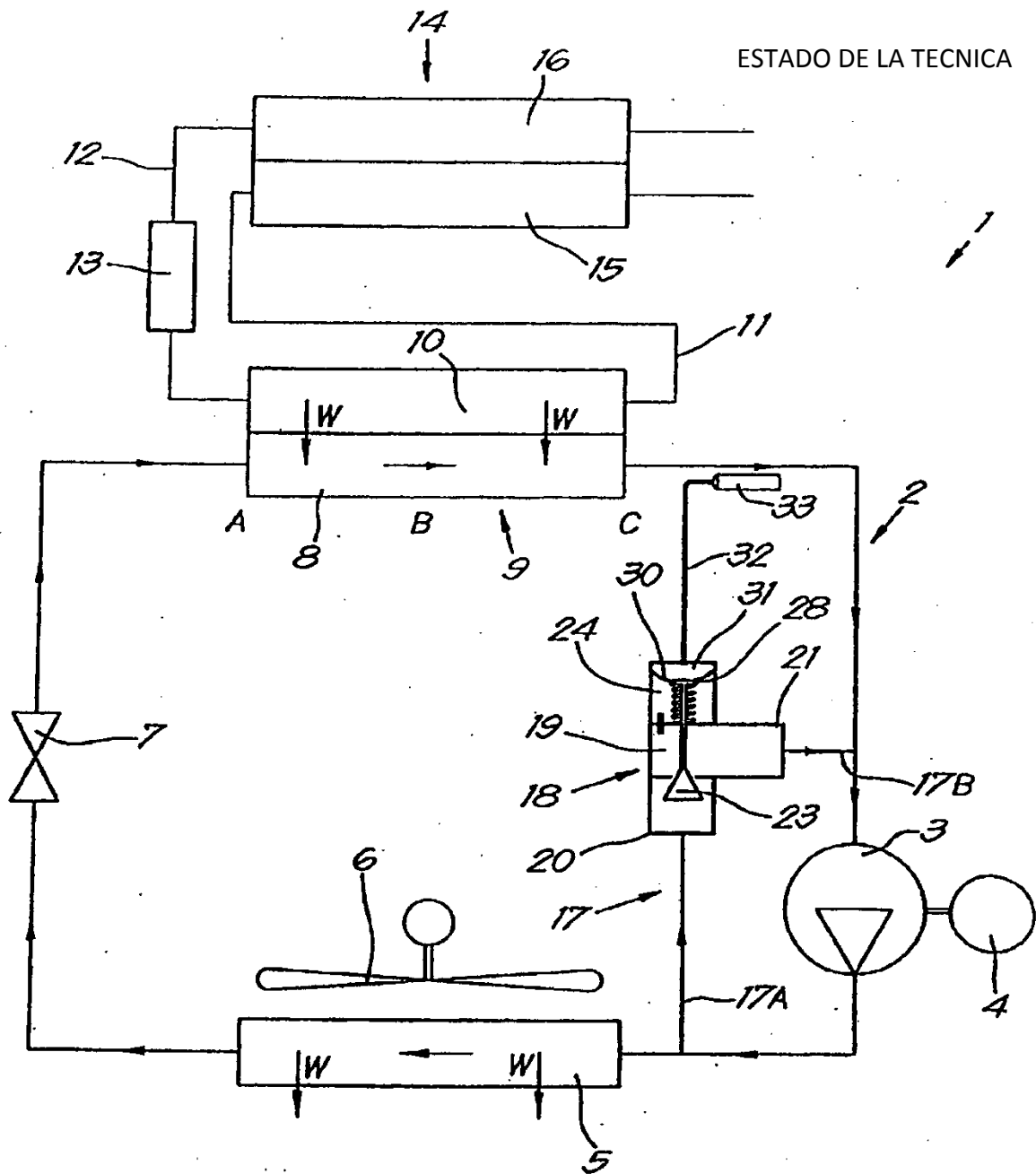


Fig. 4

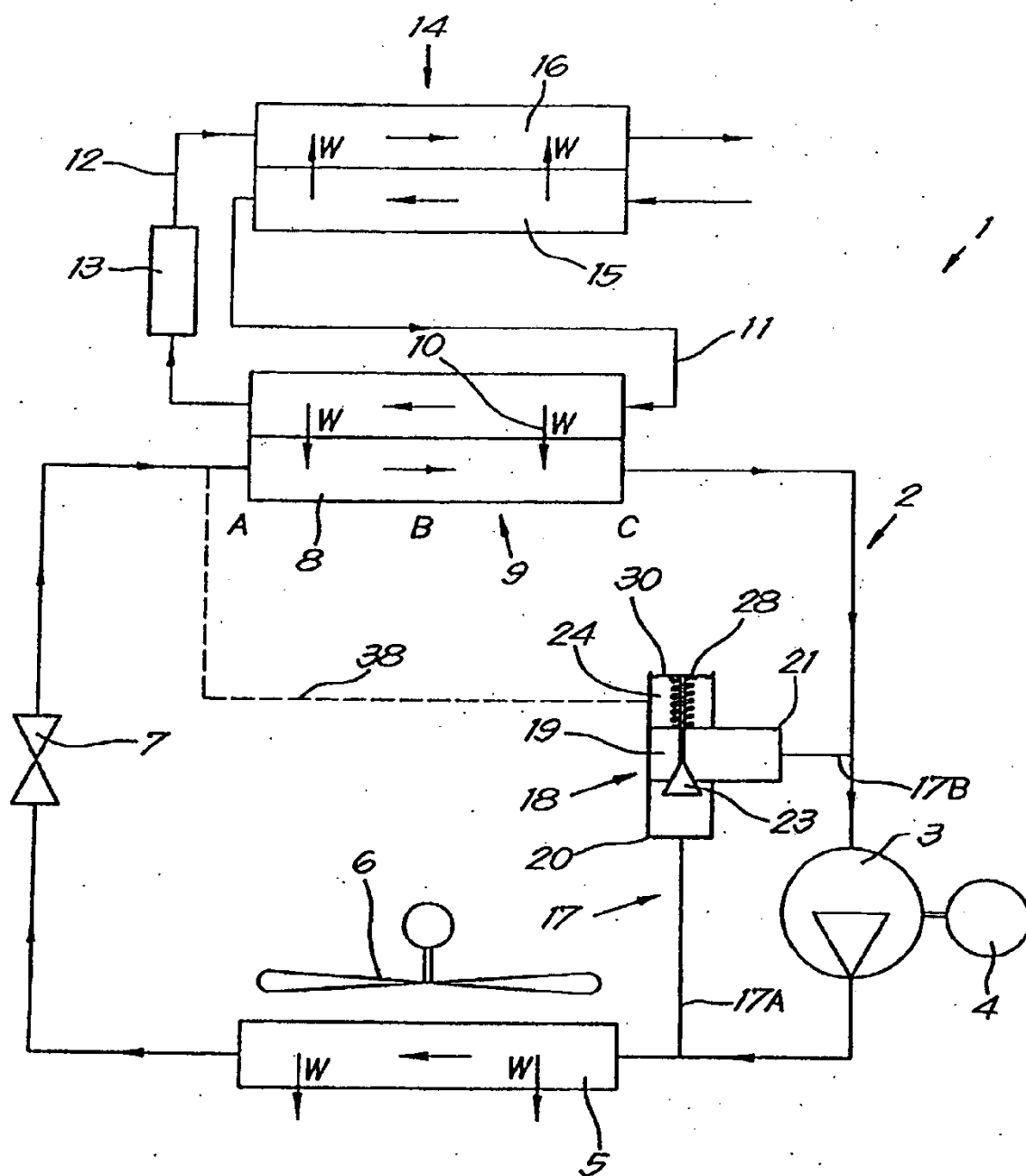


Fig.5

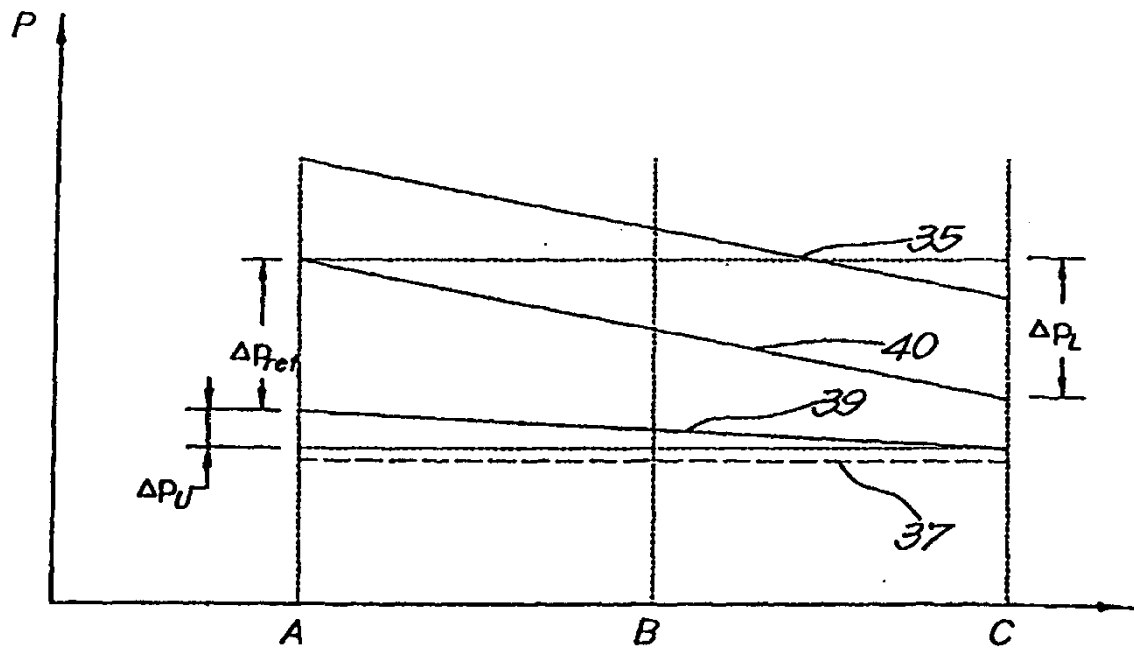


Fig. 6

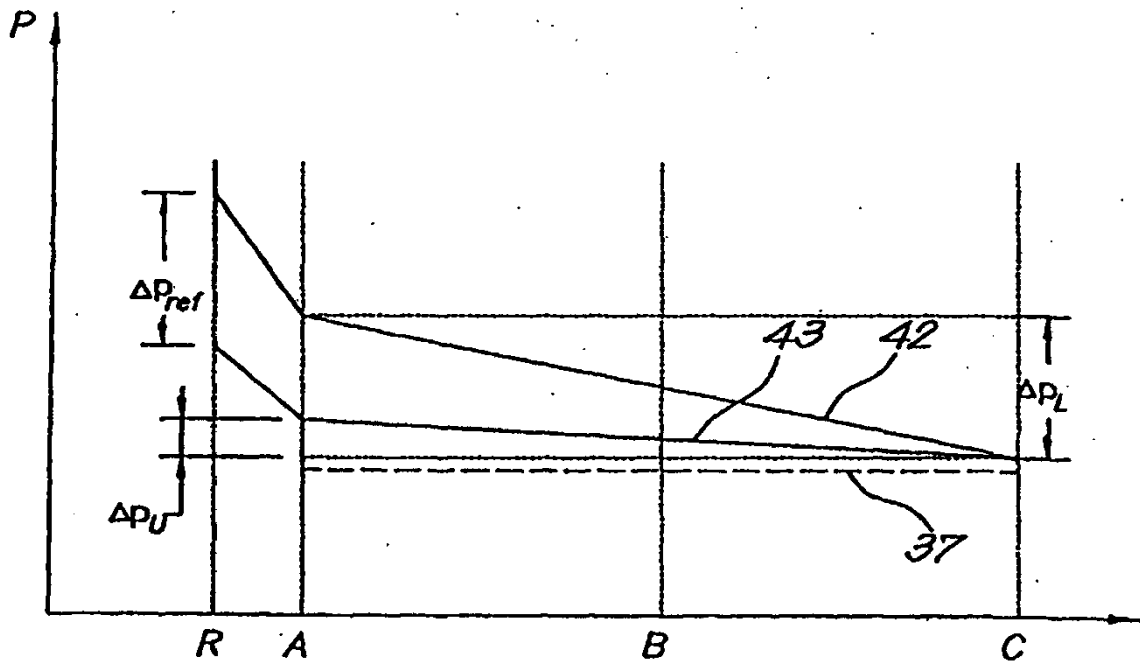


Fig. 8

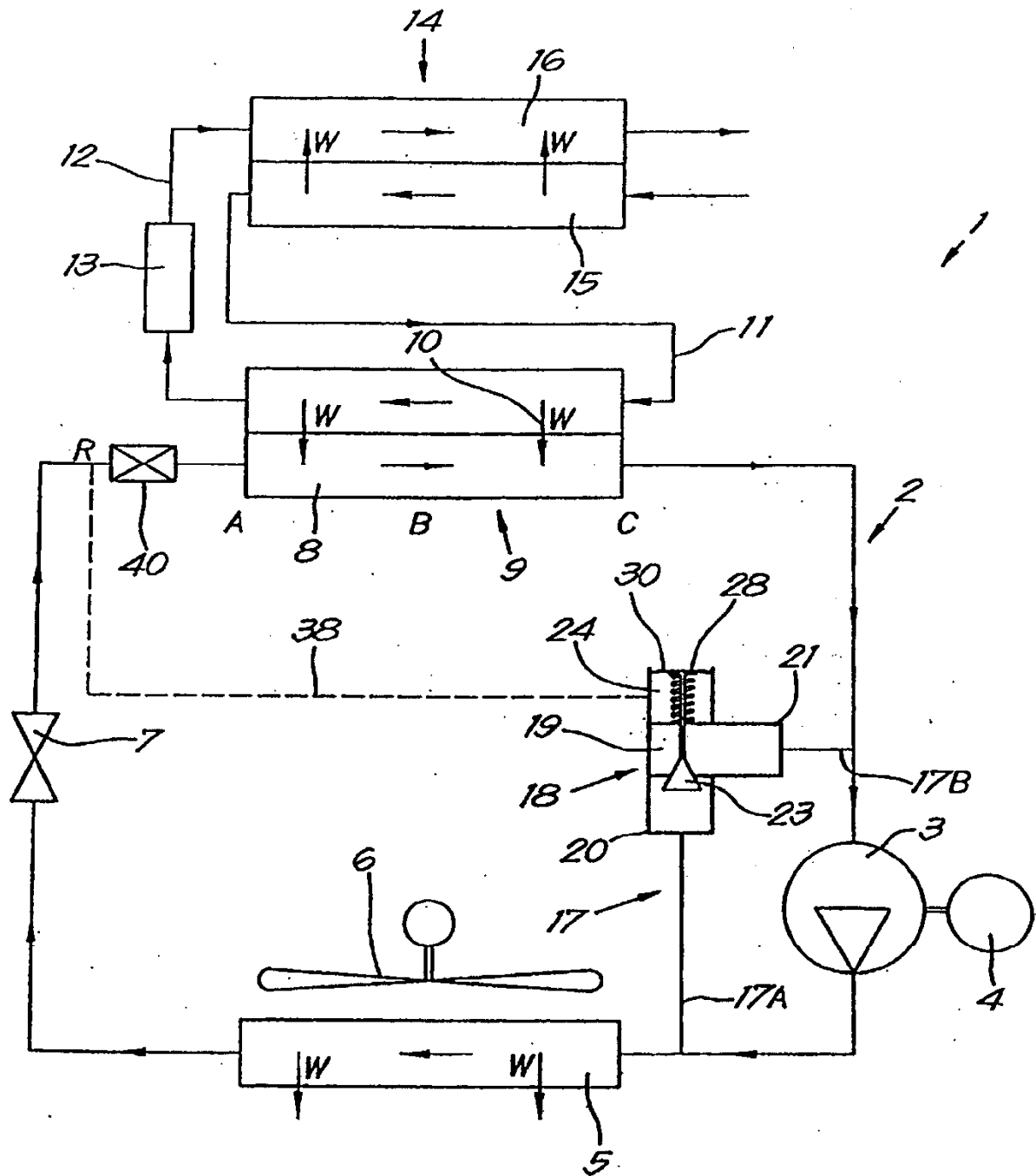


Fig. 7

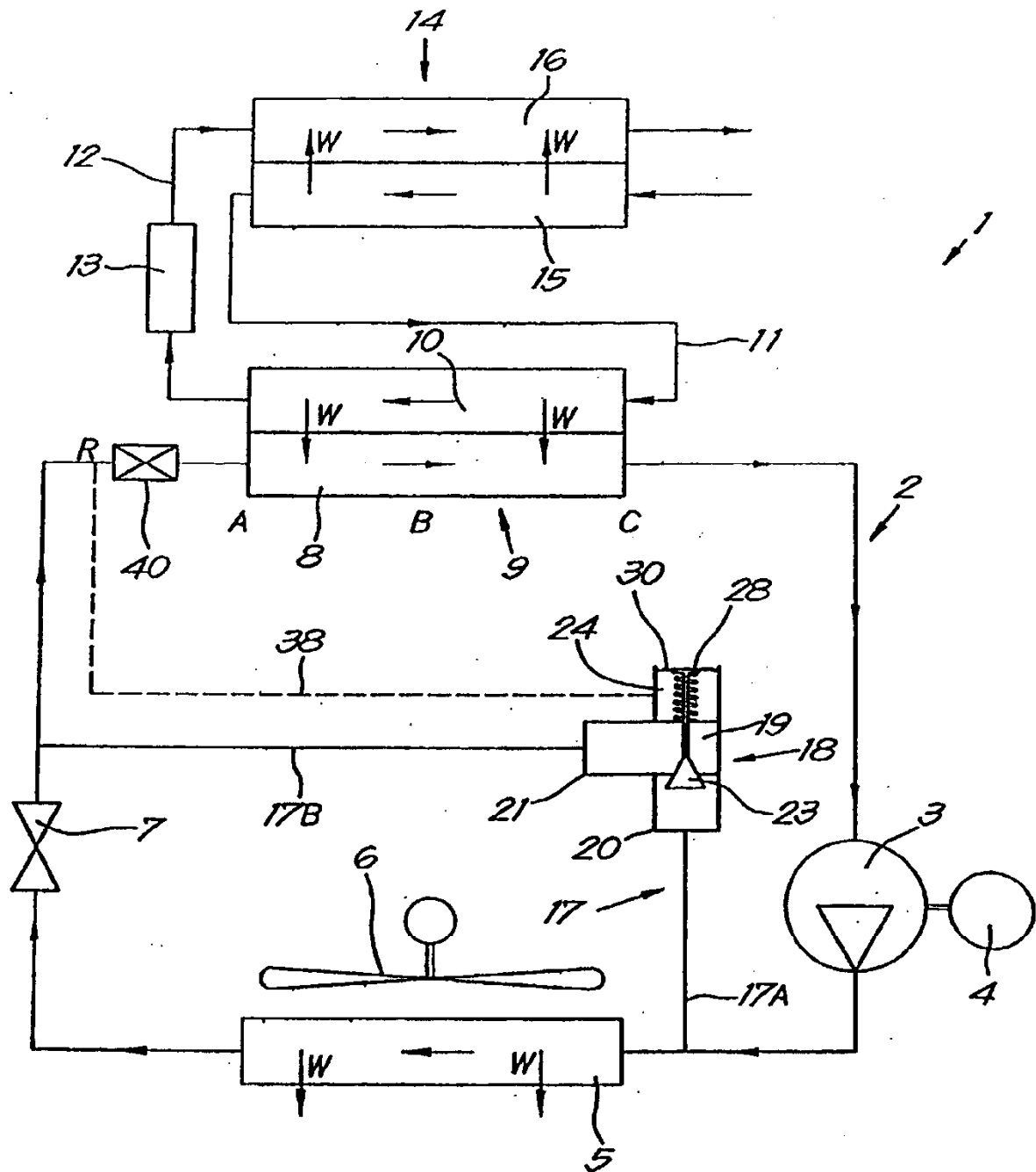


Fig. 9

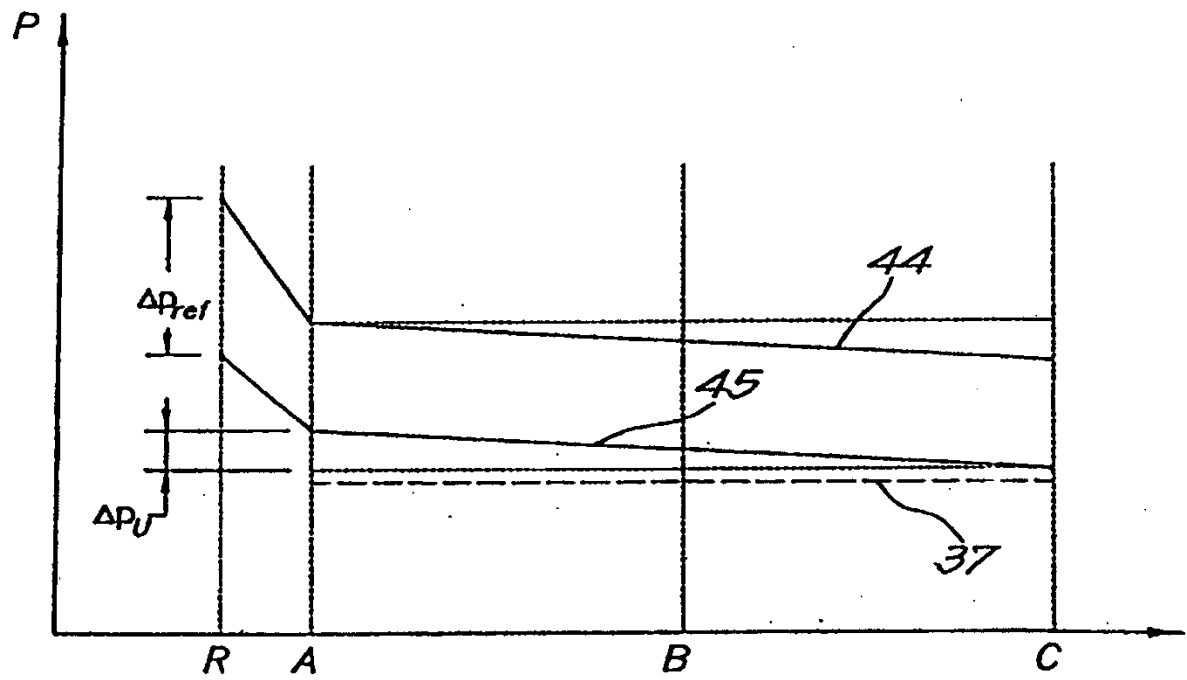


Fig.10