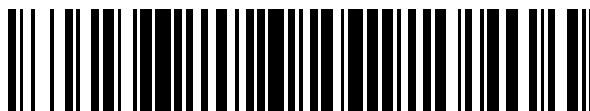


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 138**

51 Int. Cl.:

F17C 7/02 (2006.01)

F17C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2014** **E 14003030 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** **EP 2863103**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el subenfriamiento de dióxido de carbono**

30 Prioridad:

03.09.2013 DE 102013014912

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

19.11.2018

73 Titular/es:

MESSER GROUP GMBH (50.0%)

Messer-Platz 1

65812 Bad Soden, DE y

MESSER FRANCE S.A.S. (50.0%)

72 Inventor/es:

TEBIB, EMIR y

GOCKEL, FRANK

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 690 138 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 para el subenfriamiento de dióxido de carbono

La invención se refiere a un procedimiento para el subenfriamiento de dióxido de carbono líquido en el que el dióxido de carbono líquido se transporta desde un depósito a un intercambiador de calor dispuesto en un recipiente térmicamente aislado y se pone allí en contacto térmico con un baño de refrigeración, por lo que se enfría.

Los gases licuados de bajo punto de ebullición sólo se pueden mantener en estado líquido por medio de un aislamiento especialmente bueno de los recipientes de almacenamiento y de las tuberías. La más mínima irradiación de calor o el más mínimo calor de fricción ya pueden dar lugar, según el estado de ebullición, a una evaporación parcial. Las burbujas de ebullición se acumulan además en la parte superior del recipiente de almacenamiento, por ejemplo, también en tubos acodados verticales. Estos así llamados colchones de gas en la tubería de suministro provocan fallos en el punto de toma, si se exige una dosificación reproducible del gas licuado. Se puede entender fácilmente que por un orificio del mismo tamaño fluyen, en intervalos de tiempo iguales, cantidades distintas a causa de las diferencias de densidad entre el gas y el líquido. Para que delante del órgano de dosificación se encuentre, con seguridad, un líquido puro, el gas licuado se "subenfria", es decir, se lleva a una temperatura inferior al punto de ebullición a la presión respectivamente predominante.

Un subenfriamiento de este tipo se puede conseguir subenfriando el fluido criógeno licuado de forma isobárica por medio de un grupo frigorífico eléctrico hasta una temperatura por debajo de su punto de ebullición, de modo que durante la circulación en un sistema de circuito cerrado no se produzca ninguna evaporación parcial a causa de una irradiación de calor o de pérdidas por fricción. Sin embargo, debido a su elevada demanda de energía, los grupos necesarios para ello son muy caros, tanto en lo que se refiere a su adquisición como a su funcionamiento.

Como alternativa igualmente sencilla y efectiva se considera un subenfriamiento mediante fluidos propios, como el que se conoce, por ejemplo, por los documentos DE 2 929 709 A1, US 5 123 250 A1 y US 5 214 925 A1. Los dispositivos allí descritos para el subenfriamiento de líquidos criógenos como, por ejemplo, nitrógeno líquido, dióxido de carbono líquido o freón, por medio de fluidos propios comprenden un intercambiador de calor, por el que fluye a presión el fluido criógeno líquido a subenfriar, dispuesto en un recipiente aislado. El intercambiador de calor se ha realizado en forma de serpentín refrigerador rodeado por un baño del mismo fluido criógeno líquido. En la parte superior del recipiente se encuentra una válvula de salida de gas que se encarga de que la presión dentro del recipiente corresponda a la presión ambiente. Dado que la presión del baño líquido se reduce respecto a la presión del gas a subenfriar, su temperatura de ebullición es inferior a la temperatura de ebullición del gas a subenfriar. Por lo tanto, como consecuencia del baño el fluido criógeno se subenfria en el serpentín refrigerador y las burbujas de gas que ya se han formado en el mismo se vuelven a licuar. Estos aparatos también se pueden emplear como separadores de fases gaseosas. Mediante la variación de las condiciones de compresión se puede regular la diferencia de temperatura, en la que ha de enfriarse el líquido a subenfriar, dentro de una amplia gama, siendo especialmente posible ajustar la presión del baño de refrigeración por medio de una bomba de vacío a un valor por debajo de la presión ambiente (por ejemplo 1013 mbar), y conseguir así temperaturas del fluido criógeno subenfriado por debajo de su temperatura de ebullición a la presión ambiente.

Por el documento EP 1 818 633 A2 se conoce un dispositivo para el enfriamiento de fluidos líquidos y gaseosos. En este caso, un conducto para el fluido a subenfriar se conecta reotécnicamente a un intercambiador de calor dispuesto en un recipiente térmicamente aislado, que intercambia calor con un baño de refrigeración previsto en el recipiente, conectándose el baño de refrigeración y el conducto para el fluido a subenfriar reotécnicamente a una boquilla de descompresión que desemboca en el recipiente. Como fluido a subenfriar se emplea, por ejemplo, dióxido de carbono.

Sin embargo, en el subenfriamiento de dióxido de carbono líquido surge el problema de que éste se transforma, en caso de un descenso de la presión a un valor inferior a los 5,18 bar, en una mezcla de dióxido de carbono gaseoso y nieve de dióxido de carbono. Por consiguiente, en los subenfriadores conocidos ya no es posible mantener un baño de refrigeración líquido por debajo de esta presión, si se emplea dióxido de carbono, lo que limita las posibilidades de subenfriar dióxido de carbono con dispositivos conocidos por el estado de la técnica.

Por lo tanto, la invención tiene por objeto crear un dispositivo para el subenfriamiento de dióxido de carbono líquido con el que se pueda conseguir de manera sencilla un ancho de banda mayor para la regulación de la temperatura.

Esta tarea se resuelve por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

Según la invención, el baño de refrigeración consiste en una mezcla frigorífica de dióxido de carbono sólido y de un fluido portador líquido o pastoso, y el conducto para el dióxido de carbono líquido a subenfriar está conectado reotécnicamente a la boquilla de descompresión que desemboca en el recipiente. Para producir la mezcla frigorífica se extrae un caudal parcial o una cantidad determinada del dióxido de carbono líquido a subenfriar antes o después de pasar por el intercambiador de calor, que disminuye su presión en la boquilla de descompresión formando nieve de dióxido de carbono o gas de dióxido de carbono. La nieve de dióxido de carbono generada se añade en el recipiente al fluido portador ya introducido o a aportar posteriormente y/o se disuelve en el mismo del todo o en parte. Debido a la reducción de la presión la temperatura del dióxido de carbono baja drásticamente, por ejemplo, a

un valor de -78°C , con una presión interior del recipiente de 1 bar. Los efectos endotérmicos que se producen durante la mezcla y/o disolución pueden bajar adicionalmente la temperatura del baño de refrigeración e incrementar en este sentido el efecto de enfriamiento del baño de refrigeración, siendo necesario prestar atención a que el dióxido de carbono líquido a subenfriar se mantenga en su estado líquido incluso después de la transmisión de calor desde el baño de refrigeración, mediante la aplicación de una presión suficientemente alta. Dado que el baño de refrigeración se encuentra siempre en estado líquido, se produce en las superficies de intercambio térmico del intercambiador de calor, por el que fluye el dióxido de carbono líquido a subenfriar, una buena transmisión de calor. Además, el baño de refrigeración formado por una mezcla de un fluido portador y nieve de dióxido de carbono mantiene su temperatura constante hasta que la nieve de dióxido de carbono se sublima, al menos en su mayor parte. Sin embargo, mediante la aportación de dióxido de carbono líquido a la boquilla de descompresión y la adición de la nieve de dióxido de carbono generada durante la reducción de la presión del dióxido de carbono líquido al fluido portador el dióxido de carbono sublimado se puede sustituir fácilmente, con lo que la temperatura del baño de refrigeración se puede mantener constante durante un espacio de tiempo prácticamente indefinido.

Una forma de realización ventajosamente perfeccionada de la invención prevé que el ramal de tubería, que conecta el conducto para el dióxido de carbono a subenfriar y la válvula de reducción de la presión, esté provisto de una válvula y de un tramo de regulación para la regulación de la cantidad de dióxido de carbono líquido aportado a la válvula de reducción de la presión en dependencia de un valor de temperatura medido en un sensor de temperatura para el baño de refrigeración y/o el dióxido de carbono líquido subenfriado. En el caso de esta forma de realización, la temperatura del baño de refrigeración y/o la temperatura del dióxido de carbono líquido subenfriado se registra, por lo tanto, constantemente o en intervalos predeterminados, aportándose al baño de refrigeración más dióxido de carbono en dependencia de la diferencia entre la temperatura medida y una temperatura teórica del baño de refrigeración o del dióxido de carbono líquido subenfriado.

El ramal de tubería que conduce a la boquilla de descompresión descarga el dióxido de carbono líquido a subenfriar convenientemente más allá del intercambiador de calor de su conducto, es decir, ya se aporta dióxido de carbono líquido subenfriado a la válvula de reducción de la presión, con lo que la parte de dióxido de carbono sólido generado durante la reducción de la presión aumenta frente a la parte de gas.

Otra forma de realización ventajosa de la invención se caracteriza por que el recipiente está dotado de un conducto de gas de escape en el que se dispone una válvula de presión mediante la cual se puede ajustar la presión dentro del recipiente, realizado en este caso resistente a la presión, a un valor predeterminado por debajo del punto triple de presión de dióxido de carbono ($5,18\text{ bar}$). Mediante la fijación de la presión a reducir en el dióxido de carbono líquido, se fija al mismo tiempo también la temperatura del dióxido de carbono sólido después de la reducción de la presión. Dado que la temperatura del dióxido de carbono sólido determina además la temperatura de toda la mezcla frigorífica, se puede regular así la temperatura de la mezcla frigorífica dentro de una amplia gama. Por medio de la conexión de una bomba de aspiración al conducto de gas de escape se pueden conseguir además presiones en el recipiente de menos de 1 bar y, por consiguiente, valores de temperatura por debajo de los -78°C .

Como fluido portador preferido se emplea en el baño de refrigeración un alcohol o un fluido portador orgánico. Por "fluido portador" debe entenderse en el contexto de la presente invención una sustancia que durante la mezcla y/o disolución de dióxido de carbono sólido permanece en un estado líquido o pastoso. En especial, no se tiene que tratar obligatoriamente de una sustancia en la que el dióxido de carbono elemento de acoplamiento sólido se disuelva. El propio fluido portador puede consistir en una mezcla de dos o más líquidos. Se pueden emplear mezclas binarias, en las que la temperatura de la mezcla frigorífica mezclada con dióxido de carbono depende del porcentaje de las respectivas sustancias. Así, por ejemplo, la temperatura de una mezcla frigorífica de dióxido de carbono sólido, así como etilenglicol y etanol se puede variar en dependencia del porcentaje de etanol frente al etilenglicol en el fluido portador entre -78°C (en caso de un 100% de etanol) y -17°C (en caso de un 100% de etilenglicol). Lo mismo ocurre con una mezcla frigorífica de dióxido de carbono sólido, así como o-xilol y p-xilol, en la que la temperatura de la mezcla frigorífica se puede variar mediante el ajuste de las proporciones entre o-xilol y p-xilol entre -78°C y -26°C .

En variantes de realización preferidas de la invención el fluido portador contiene una o varias sustancias: etanol, etilenglicol, 3-heptanona, acetonitrilo, ciclohexanona, dietilcarbitol, cloroformo, acetona, dietiléter, o-xilol, p-xilol, m-xilol, alcohol bencílico, n-octano, isopropiléter, tetracloroetileno.

El dióxido de carbono líquido se aporta a una presión de al menos $5,18\text{ bar}$ a un intercambiador de calor dispuesto en un recipiente térmicamente aislado y se pone allí en contacto térmico con un baño de refrigeración dispuesto en el recipiente, es decir, se enfría a una temperatura por debajo de su temperatura de ebullición a la presión a la que se conduce a través del intercambiador de calor. El dióxido de carbono líquido, que antes tenía una temperatura de -20°C a una presión de aprox. 20 bar presenta, por ejemplo, después del intercambio de calor con el baño de refrigeración, una temperatura de entre -25°C y -30°C y una presión de aprox. 20 bar , que se ha mantenido fundamentalmente constante. El baño de refrigeración consiste en una mezcla frigorífica de dióxido de carbono sólido y de un fluido portador. Durante el intercambio de calor con el dióxido de carbono líquido a subenfriar el dióxido de carbono sólido sublima el dióxido de carbono sólido del baño de refrigeración sucesivamente y se convierte en una fase gaseosa situada por encima del baño de refrigeración, desde la que se evacua a continuación. El dióxido de carbono sólido sublimado del baño de refrigeración se sustituye extrayendo un caudal parcial o una cantidad predeterminada del dióxido de carbono líquido a subenfriar antes o después del paso por el intercambiador

de calor y reduciendo su presión en una boquilla de reducción dispuesta en el recipiente, aportándose el dióxido de carbono sólido generado durante la reducción de la presión a continuación al baño de refrigeración, con el que se mezcla y/o en el que se disuelve. Durante el intercambio de calor el dióxido de carbono a subenfriar se mantiene siempre en estado líquido.

Una variante ventajosamente perfeccionada del procedimiento según la invención prevé que la temperatura del bastidor de conjuntos de botellas y/o la temperatura del dispositivo de aspiración de fluidos líquido subenfriado se registre constantemente o en intervalos predeterminados después de su paso por el intercambiador de calor y que se regule la aportación de dispositivo de aspiración de fluidos líquido a la boquilla de reducción de presión en dependencia de la temperatura medida. Por lo tanto, de esta manera el dispositivo de aspiración de fluidos sólido que se va sublimando paulatinamente del baño de refrigeración a causa del intercambiador de calor con el dióxido de carbono líquido a subenfriar se sustituye poco a poco por la misma cantidad de dióxido de carbono sólido formado en la boquilla de reducción de presión, con lo que el baño de refrigeración se mantiene permanentemente a una temperatura constante.

A la vista del dibujo se va a explicar con mayor detalle un ejemplo de realización de la invención. El único dibujo (Fig. 1) ilustra esquemáticamente un ejemplo de realización del dispositivo según la invención.

El dispositivo según la invención 1 para el subenfriamiento de dióxido de carbono líquido comprende un recipiente cerrado 2 resistente a la presión con paredes térmicamente aisladas 3, dentro del cual se ha dispuesto un serpentín refrigerador 4. El serpentín refrigerador 4 sirve para enfriar dióxido de carbono líquido comprimido, que se aporta desde un depósito a presión aquí no representado, por ejemplo una cisterna vertical, en la que el dióxido de carbono líquido se almacena a una presión de 20 bar y a una temperatura de -20 °C, a través de un conducto térmicamente aislado 6, al serpentín refrigerador 4 y que sale a través de un conducto de salida 7 también térmicamente aislado del serpentín refrigerador 4 en dirección de un consumidor aquí no representado. En la parte superior 8 del recipiente 2 desembocan un conducto de alimentación 9 para la aportación de un fluido portador líquido, así como un conducto de gas de escape 10 para la desviación de dióxido de carbono gaseoso al recipiente 2. Del conducto de salida 7 se separa, aguas abajo del recipiente 2 y del serpentín refrigerador 4, un ramal de tubería 12. El ramal de tubería 12 conduce a la parte superior 8 del recipiente 2 y desemboca por una boquilla de reducción de presión 13 en el interior del recipiente 2. En el ramal de tubería 12 se ha dispuesto una válvula de paso 14 que por medio de un sistema de control de regulación 15 está conectada a un sensor de temperatura 16 previsto en el conducto de salida 7 para la transmisión de datos.

Durante el funcionamiento del dispositivo 1 se encuentra en el recipiente 2, hasta la altura de un nivel 17, un baño de refrigeración 18 consistente en un fluido portador líquido, por ejemplo, etanol o acetona, y dióxido de carbono sólido añadido al mismo. A través del conducto 6 se aporta dióxido de carbono líquido, que pasa por el serpentín refrigerador 4 y se aporta a continuación, a través del conducto 7, a un consumidor. La presión en el interior del recipiente 2 es inferior a la presión a la que se aporta el dióxido de carbono líquido a través del conducto 6, siendo la presión en el conducto 6, por ejemplo, de entre 10 y 100 bar y la presión en el interior del recipiente de 1 bar. A través de las paredes del serpentín refrigerador 4 se produce un contacto térmico con el baño de refrigeración 18. Para la preparación del baño refrigerador 18 el fluido portador, aportado a través del conducto 9, se introduce en el recipiente 2. A la vez se extrae una cantidad predeterminada del dióxido de carbono líquido, que fluye en el conducto de salida 7, que se conduce a través del ramal de tubería 12 hasta la boquilla de descompresión 13, en la que se reduce la presión a la presión interior del recipiente, transformándose en una mezcla de dióxido de carbono gaseoso y nieve de dióxido de carbono 20. La nieve de dióxido de carbono 20 se mezcla con el fluido portador ya existente en el recipiente 2 formando una mezcla frigorífica, encargándose una mezcladora 19 de la mezcla uniforme de las dos sustancias. El dióxido de carbono gaseoso generado durante la descompresión del dióxido de carbono líquido se evacua a través del conducto de gas de escape 10 para su utilización posterior. Un filtro 21 situado en la entrada del conducto de gas de escape 10 se encarga de que la nieve de dióxido de carbono 20 no sea arrastrada, o sólo sea arrastrada en pequeñas cantidades, por la corriente de dióxido de carbono gaseoso y se escape a través del conducto de gas de escape 10.

El baño de refrigeración 18 presenta una temperatura correspondiente a la de la mezcla frigorífica. La temperatura de una mezcla frigorífica de etanol y dióxido de carbono sólido es, por ejemplo, de -78 °C, de una mezcla frigorífica de acetona y dióxido de carbono sólido de hasta -86 °C, de una mezcla frigorífica de dietiléter y dióxido de carbono sólido de hasta -100 °C. Al pasar el dióxido de carbono líquido por el serpentín refrigerador 4, sus paredes actúan de superficies de transmisión de calor a través de las cuales el calor del dióxido de carbono líquido se transmite en el serpentín frigorífico 4 al baño de refrigeración 18. Allí la absorción de calor da lugar a la sublimación del dióxido de carbono, que en el baño de refrigeración 18 se encuentra en estado disuelto o mezclado, en dióxido de carbono sólido. El gas de dióxido de carbono generado durante la sublimación se evacua a través del conducto de gas de escape 10. Mientras haya dióxido de carbono sólido en el baño de refrigeración 18, la temperatura del baño de refrigeración 18 se mantiene fundamentalmente constante, y después sube. La subida de la temperatura en el baño de refrigeración 18 conduce a una subida de la temperatura del dióxido de carbono líquido en el conducto 7, que es detectada a su vez por el sensor de temperatura 16. Debido a la diferencia entre un valor teórico de la temperatura almacenado en el sistema de control de regulación 15 se abre la válvula 14 y se aporta dióxido de carbono líquido, a través del ramal de tubería 12, a la boquilla de descompresión 13, añadiéndose la nieve de dióxido de carbono 20 generada durante la descompresión al baño de refrigeración 18. Como consecuencia vuelve a bajar la temperatura del baño de refrigeración 18 y, por consiguiente, la del dióxido de carbono líquido en el conducto 7. Cuando ya no se

alcanza una temperatura preestablecida en el conducto 7, se cierra la válvula 14. Durante el funcionamiento del dispositivo 1 hay que prestar atención a que la presión en el conducto 7 sea lo suficientemente alta como para mantener el dióxido de carbono subenfriado en estado líquido, pudiéndose conectar en caso necesario, delante del conducto 6, un dispositivo para aumentar la presión.

- 5 Por medio de una elección adecuada del fluido portador en el recipiente 2 se puede regular la temperatura de la mezcla frigorífica en el baño de refrigeración 18 y ajustar el subenfriamiento del dióxido de carbono líquido que pasa por el conducto 7. En especial también se pueden aprovechar efectos endotérmicos durante la disolución del dióxido de carbono en el fluido portador y conseguir así temperaturas por debajo de los -78 °C (a una presión de 1 bar en la parte superior 8). Un ajuste muy preciso de una temperatura del baño de refrigeración se consigue especialmente mediante la elección de una mezcla de dos sustancias como fluido portador, determinando la respectiva proporción de la mezcla la temperatura de la mezcla frigorífica.

- 15 Otra posibilidad de influir en la temperatura del baño de refrigeración consiste en mantener la presión en la parte superior 8 del recipiente 2 a un valor predeterminado por debajo de 5,18 bar, dado que la temperatura de la nieve de dióxido de carbono después de su descompresión depende de la presión a la que se descomprime. La presión en la parte superior 8 se puede mantener, por ejemplo, mediante un ajuste correspondiente de una válvula de presión 22 dispuesta en el conducto de gas de escape 10, a un valor entre 1 bar y 5,18 bar. Los valores de presión por debajo de 1 bar se pueden conseguir mediante la conexión de una bomba de aspiración aquí no representada al conducto de gas de escape 10. La temperatura de la nieve de dióxido de carbono y, por lo tanto, de la mezcla frigorífica, puede variar entre valores de entre aprox. -58 °C y -100 °C.

- 20 Con ayuda del dispositivo según la invención el dióxido de carbono líquido se subenfía de forma muy eficiente en el conducto 7, produciéndose una excelente transmisión de calor a través de las paredes del serpentín frigorífico 4 al baño de refrigeración 18 que lo rodea. La introducción de una parte del dióxido de carbono líquido en el baño de refrigeración 18 a través del ramal de tubería 12 permite una renovación automática del baño de refrigeración 18 debido a una aportación regulada de nieve de dióxido de carbono. En el marco de la invención también cabe la posibilidad de reconducir el dióxido de carbono líquido subenfriado del conducto 7 al depósito de dióxido de carbono conectado al conducto 6, con lo que el dióxido de carbono subenfriado se puede almacenar en dicho depósito.

Lista de referencias

- | | | |
|----|----|----------------------------------|
| | 1 | Dispositivo |
| 30 | 2 | Recipiente |
| | 3 | Paredes |
| | 4 | Serpentín refrigerador |
| | 5 | - |
| | 6 | Conducto de aportación |
| 35 | 7 | Conducto de salida |
| | 8 | Parte superior |
| | 9 | Conducto de alimentación |
| | 10 | Conducto de gas de escape |
| | 11 | - |
| 40 | 12 | Ramal de tubería |
| | 13 | Boquilla de descompresión |
| | 14 | Válvula |
| | 15 | Sistema de control de regulación |
| | 16 | Sensor de temperatura |
| 45 | 17 | Nivel |
| | 18 | Baño de refrigeración |
| | 19 | Mezcladora |
| | 20 | Nieve de dióxido de carbono |
| | 21 | Filtro |
| 50 | 22 | Válvula de presión |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el subenfriamiento de dióxido de carbono líquido, en el que el dióxido de carbono líquido se transporta desde un depósito a un intercambiador de calor (4) dispuesto en un recipiente térmicamente aislado (2) y se pone allí en contacto térmico con un baño de refrigeración (18) dispuesto en el recipiente (2), con lo que se enfría, caracterizado por que el baño de refrigeración (18) se compone de una mezcla frigorífica de dióxido de carbono sólido (20) y un fluido portador, sublimándose durante el intercambio de calor con el dióxido de carbono líquido a subenfriar al menos una parte del dióxido de carbono sólido (20) situado en el baño de refrigeración (18), que a continuación se evacua, y extrayéndose después una parte del dióxido de carbono líquido para su descompresión en una boquilla de descompresión (13) dispuesta en el recipiente (2), aportándose el dióxido de carbono sólido generado al baño de refrigeración (18).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la temperatura en el baño de refrigeración (18) y/o la temperatura del dióxido de carbono líquido subenfriado se registra después del paso por el intercambiador de calor (4) de forma permanente o en intervalos predeterminados, regulándose la aportación de dióxido de carbono líquido a la boquilla de descompresión (13) en dependencia de la temperatura medida.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la parte de dióxido de carbono líquido descomprimida en la boquilla de descompresión (13) se extrae después de asar por el intercambiador de calor (4).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión a la que se descomprime el dióxido de carbono líquido en el recipiente (2) se ajusta por medio de una válvula de presión (22), de un conducto de gas de escape (10), del que está provisto el recipiente (2), a un valor por debajo de los 5,18 bar, con lo que se determina la temperatura del dióxido de carbono sólido después de la descompresión.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que como fluido portador se emplea en el baño de refrigeración (18) un alcohol o un fluido portador orgánico.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el fluido portador del baño de refrigeración (18) contiene una o varias de las siguientes sustancias: etanol, etilenglicol, 3-heptanona, acetonitrilo, ciclohexanona, dietilcarbitol, cloroformo, acetona, dietiléter, o-xilol, p-xilol, m-xilol, alcohol bencílico, n-octano, isopropiléter, tetracloroetileno.

