

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 423**

51 Int. Cl.:

F25C 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2014 PCT/GB2014/050669**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014 WO14135886**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014 E 14714770 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2965026**

54 Título: **Generación de granizado**

30 Prioridad:

07.03.2013 GB 201304131

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

25.03.2020

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE DOUWE EGBERTS BV (100.0%)
Vleutensevaart 35
3532 AD Utrecht, NL**

72 Inventor/es:

**WILLIAMSON, FINBARR CHARLES;
HAINES, RODERICK ANDREW y
JELLEY, SIMON PHILIP**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 750 423 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

Generación de granizado

5 La presente invención se refiere a la generación de un granizado que comprende líquido congelado y no congelado, en particular, pero no exclusivamente, a la generación de una bebida granizada. Las máquinas de generación de granizado que proporcionan un líquido parcialmente congelado son ampliamente conocidas. Tales máquinas suelen utilizarse para crear un granizado semicongelado que puede utilizarse cuando se necesita un refrigerante fluido con alta capacidad térmica para proporcionar o bien una alta tasa de refrigeración o bien una refrigeración homogénea durante largos periodos. Normalmente, el granizado se forma partir de agua con un inhibidor del punto de congelación –ejemplos habituales de ello incluyen azúcares, sales, alcoholes y glicoles– que disminuye la temperatura de congelación e impide que los cristales de hielo se unan entre sí y bloqueen la máquina.

15 Las máquinas de granizado se utilizan en la industria médica cuando se utiliza granizado salino para enfriar tejido a fin de reducir el índice metabólico con el objetivo de reducir el daño durante intervenciones quirúrgicas y en el tratamiento deportivo para acelerar la curación de lesiones. Muchas de las máquinas de granizado utilizadas para crear granizado para intervenciones quirúrgicas crean los pequeños cristales de hielo necesarios para hacer el granizado semilíquido congelando el fluido de trabajo sobre una superficie refrigerada y después retirándolo con una rasqueta mecánica o flexionando mecánicamente la superficie. Tales sistemas suelen ser caros, al requerir grandes motorreductores para accionar las rasquetas o los mecanismos de flexión de superficies. El requisito clave de un fluido granizado para uso en intervenciones médicas, en particular cuando el granizado se usa internamente, es que el fluido sea estéril a fin de evitar infecciones. Las máquinas de granizado que presentan una superficie sobre la que se pasa una rasqueta no son adecuadas para esta aplicación ya que el sistema de congelado es, en esencia, caro y por tanto debe ser un componente reutilizable que tiene que esterilizarse con frecuencia. El documento US007874167B2 describe una máquina para crear granizado para uso quirúrgico. Otras aplicaciones del granizado incluyen el procesamiento alimentario y la acumulación de frío para aire acondicionado.

30 Las máquinas de generación de granizado que proporcionan una bebida líquida parcialmente congelada también son ampliamente conocidas. A diferencia de las bebidas que contienen cubitos de hielo de agua, estas proporcionan bebidas en las que la propia bebida está congelada y se utiliza para mantener una baja temperatura de la bebida durante su consumo. Esto presenta la ventaja de mantener la concentración de los ingredientes aromatizantes de la bebida y que no se ‘agüe’ la bebida. Además, la textura de los cristales de hielo en la bebida puede proporcionar una ‘sensación en boca’ deseable y una mejor experiencia para el consumidor. Se conocen dos tipos de sistema para la producción de bebidas granizadas.

35 En el primer tipo de sistema, la bebida líquida se aloja en una cámara refrigerada y se convierte en hielo sobre la superficie refrigerada de la cámara. Este hielo se desprende por medio de una rasqueta y se mezcla con el líquido formando un granizado. Tales sistemas de congelado que presentan una superficie sobre la que se pasa una rasqueta se divulgan, por ejemplo, en los documentos WO2009/037446, WO2009/060169, EP1738652, WO2004/088220, US3823571, US2008/289357 y EP2446750. Estos sistemas tienden a ser muy caros debido a los grandes motorreductores necesarios para accionar las rasquetas. Además, en particular cuando se someten a presión, estos sistemas no son fiables ya que las juntas rotatorias necesarias para transmitir la potencia mecánica son propensas a fallar. Otros inconvenientes de estos sistemas incluyen un elevado consumo de energía debido al uso de sistemas de refrigeración por compresión de vapor para enfriar directamente las superficies de congelado. Para lograr una potencia de enfriamiento suficiente con el fin de lograr la capacidad de producción necesaria de bebida granizada, las instalaciones de refrigeración deben ser grandes sistemas, a baja temperatura, que dan lugar a bajos coeficientes de rendimiento y a un alto consumo de energía. El coste del desperdicio de producto cuando se limpian los sistemas, en particular cuando la bebida es cara, por ejemplo en el caso de las bebidas alcohólicas, también puede resultar problemático. Con los generadores de hielo que presentan una superficie sobre la que se pasa una rasqueta, el volumen de capacidad típico es de varios litros, que deberán desecharse en su totalidad cuando se limpie el sistema.

55 En el segundo tipo de sistema, la bebida líquida no permanece quieta, sino que se hace recircular a través de al menos una bobina larga que está suspendida en un medio de enfriamiento de glicol. Tales sistemas se divulgan en los documentos US2001/0041210 y WO2011/051707. El hielo se forma en el líquido, dando como resultado un granizado, eligiéndose la temperatura del medio de enfriamiento para que se alcance la proporción hielo/líquido deseada en el granizado –el documento WO2011/051707 divulga una temperatura de -5,6 °C que corresponde a una proporción estimada de un 20 % de hielo/líquido y una temperatura de -6,4 °C que corresponde a una proporción del 24 % de hielo/líquido. Esta temperatura debe limitarse para evitar que el granizado se congele del todo en el conducto cuando la producción es baja y entra poco o nada de líquido no congelado para sustituir al líquido parcialmente congelado dispensado. Para lograr la tasa de congelado necesaria cuando la producción es más alta, la longitud del conducto debe aumentarse hasta alrededor de 72 m de longitud, lo que hace que el aparato en su conjunto sea menos compacto. Además, el sistema usa una o más bombas de velocidad variable para la bebida y un sistema de refrigeración integrado con un baño de glicol. Como resultado, es inherentemente grande, complicado y caro.

65 De acuerdo con la presente invención se proporciona un aparato según la reivindicación 1.

- 5 La invención se basa en el reconocimiento de que la temperatura del refrigerante en un tipo de sistema con recirculación para la generación de granizado que presenta una proporción hielo/líquido objetivo puede ser inferior a la empleada en sistemas del tipo comentado anteriormente siempre que el enfriamiento del líquido por ese refrigerante de temperatura inferior pueda reducirse, por ejemplo, una vez alcanzada la proporción hielo/líquido objetivo. Además, al variar la tasa de flujo de refrigerante es posible variar la tasa de transferencia de calor que sale del líquido (en unidades de energía por segundo, vatios), lo que a su vez permite controlar la fracción de líquido congelado en el granizado de manera sustancialmente independiente de la tasa a la que se alimente el granizado a través del aparato.
- 10 El aparato puede estar configurado de tal manera que la primera tasa de flujo de refrigerante produzca un incremento neto en la fracción de líquido congelado en el líquido total contenido en el recorrido de flujo. Por tanto, cuando se dispensa granizado desde el aparato, y es sustituido por líquido nuevo, no congelado, el intercambiador de calor puede hacerse funcionar a la primera tasa superior de transferencia de calor para congelar así parcialmente ese líquido no congelado. Sin embargo, una vez alcanzada la fracción deseada de líquido congelado en el granizado, el intercambiador de calor puede hacerse funcionar a la segunda tasa, inferior, para evitar así que se alcance una fracción de líquido congelado superior a lo requerido. Con el fin de mantener una fracción de líquido congelado requerida, el intercambiador de calor puede o bien variar la tasa de transferencia de calor hasta que la tasa neta de transferencia de calor del sistema sea cero, o bien alternar entre tasas de transferencia de calor que alcancen tasas de transferencia de calor netas positivas y negativas de tal manera que, a lo largo del tiempo, la transferencia de calor neta sea cero y se mantenga la fracción de líquido congelado deseada dentro del sistema.
- 15 De manera específica, el aparato puede estar configurado de tal manera la segunda tasa de flujo de refrigerante produzca una disminución neta en la fracción de líquido congelado en el recorrido de flujo. El aparato puede estar configurado de tal manera que la segunda tasa de flujo de refrigerante no produzca sustancialmente ningún cambio en la fracción de líquido congelado en el recorrido de flujo. El aparato puede estar configurado para mantener un caudal de líquido a través del recorrido de flujo de al menos 1 litro por minuto. Los inventores han constatado que un funcionamiento por debajo de este nivel puede ser poco fiable si el hielo empieza a nuclearse. El refrigerante puede ser un líquido.
- 20 El aparato puede comprender un generador de presión de refrigerante configurado para alimentar refrigerante desde la entrada de refrigerante hasta la salida de refrigerante del intercambiador de calor.
- 25 El aparato puede comprender un sensor para detectar la fracción de líquido congelado en el granizado generado, estando el dispositivo configurado para variar la tasa de flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor en función de la lectura del sensor. Cuando el aparato comprende una bomba eléctrica para hacer recircular el líquido alrededor del circuito de conducción, el sensor puede estar configurado para generar una lectura en función del suministro eléctrico a la bomba, en particular la corriente eléctrica consumida por la bomba.
- 30 El aparato puede comprender un restrictor de flujo para restringir el flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor.
- 35 El aparato puede comprender un desviador de flujo para desviar el flujo de refrigerante alejándolo del intercambiador de calor.
- 40 El aparato puede comprender una bomba para variar la tasa de flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor.
- 45 El aparato puede comprender un recorrido de flujo adicional configurado para hacer recircular refrigerante desde la salida de refrigerante de vuelta a la entrada de refrigerante.
- 50 El aparato puede comprender una carcasa y estar configurado para la conexión liberable de la entrada de refrigerante a un suministro de refrigerante independiente, es decir fuera de la carcasa, en cuyo caso el recorrido de flujo adicional está configurado para hacer recircular el refrigerante a través de ese suministro de refrigerante independiente. El uso de una unidad de enfriado 'autónoma' independiente de este tipo permite que el aparato en sí mismo sea menos complejo y de menor coste.
- 55 El recorrido de flujo configurado para la recirculación del líquido a través del mismo está definido por un circuito de conducción.
- 60 El circuito de conducción puede consistir en un tubo con un diámetro interior de polietileno de densidad media (MDPE) o nailon. El tubo puede tener un grosor de pared inferior a aproximadamente 1,4 mm. De acuerdo con la presente invención, también se proporciona un dispensador de bebidas que comprende el aparato para generar un granizado según se ha expuesto anteriormente y una salida de dispensación en comunicación de fluido con el recorrido de flujo.

El intercambiador de calor puede comprender un conducto de refrigerante que está unido de manera liberable para el intercambio de calor al circuito de conducción, permitiendo de este modo que el circuito de conducción sea retirado del aparato y desechado, para ser reemplazado por un nuevo circuito de conducción. El circuito de conducción puede incluir un depósito de líquido, que puede tener paredes flexibles.

5 De acuerdo con la presente invención se proporciona también un método según la reivindicación 14.
 Los aspectos de método de la invención pueden especificarse mediante características del aparato que se describió anteriormente.

10 A continuación se describirá una realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 la Figura 1 es una vista esquemática de una primera realización de la invención;

las Figuras 2(f) a (k) y 3 (a) a (e) son vistas en sección transversal a través de varias realizaciones de conducto de líquido y de fluido refrigerante;

20 la Figura 4 es una vista esquemática de una segunda realización de la invención;

la Figura 5 es una vista esquemática de una tercera realización de la invención;

la Figura 6 es una vista esquemática de una cuarta realización de la invención;

25 la Figura 7 es una vista esquemática de una quinta realización de la invención;

la Figura 8 ilustra una variación típica a lo largo del tiempo en la temperatura del producto y la lectura de un sensor de fracción de hielo;

30 la Figura 9 ilustra la variación en la potencia de enfriamiento con el caudal de refrigerante y el correspondiente incremento en la temperatura del refrigerante desde la entrada hasta la salida.

En referencia a la figura 1, el aparato para generar un granizado que comprende líquido congelado y no congelado comprende un conducto de congelación 3 para líquido 110, teniendo el conducto una entrada 103 y una salida 104 que definen un volumen 105 entre las mismas. En el ejemplo mostrado, el líquido es una bebida que comprende agua y otros ingredientes aromatizantes, que opcionalmente incluyen alcohol y/o dióxido de carbono disuelto, en particular bebidas a base de agua que contienen alcohol en una concentración inferior al 10 % tal como cerveza, cerveza de tipo *lager* y sidra. El volumen 105 se elige para que sea mayor que el volumen de dispensación deseado (que se explica más adelante), para evitar así la dispensación de una bebida no congelada.

40 Un generador de presión de líquido, en concreto la bomba 2, alimenta líquido a través del volumen 105 desde la entrada 103 hasta la salida 104 donde se hace recircular después de vuelta a la entrada 103 a través del conducto 1, definiendo el conducto 1 y el conducto de congelación 3 juntos un circuito de conducción para la recirculación de líquido. El granizado puede dispensarse desde el circuito, por ejemplo a un vaso o taza, desde la salida de dispensación 8, rellenándose el circuito a través de la entrada 7 del circuito de conducción desde un depósito 17.

50 En la realización mostrada, la bomba 2 es una bomba de diafragma de desplazamiento fijo, con una capacidad de presión máxima de 9 bar y un caudal máximo de 3 litros por minuto, y está ubicada aguas arriba del conducto de congelación de modo que pueda impulsar el fluido a través del conducto de congelación a una mayor presión, mejorando así la fiabilidad.

55 Para permitir la dispensación de la bebida granizada de forma remota en una ubicación conveniente alejada de la sección de generación de granizado de la máquina de granizado en una carcasa 18, se añade un conducto umbilical de recirculación de granizado 10 aislado entre la máquina de granizado 18 y la salida de dispensación 8. Este componente normalmente consiste en dos tramos de tubo de bebida convencional encapsulados en un aislamiento térmico, siendo la salida de dispensación un grifo de bar convencional. Para garantizar que la bebida granizada se dispensa desde el conducto de congelación se añade una válvula antirretorno 16 al ramal de retorno del circuito de recirculación.

60 El depósito 17 puede estar presurizado para proporcionar así fuerza motriz para superar las pérdidas de carga de presión en la tubería que suministra la bebida a la máquina de granizado al caudal de dispensación deseado. Cuando una bebida está carbonatada, puede ser deseable suministrar la bebida a mayor presión, a una que mantenga el nivel de carbonatación deseado de la bebida dentro del recipiente a presión a la temperatura de almacenamiento: en este caso puede ser necesario incluir una restricción al fluido (no mostrada) o bien en la línea de entrada de fluido 7 o bien
 65 en la salida de dispensación 8 para conseguir el caudal de dispensación deseado. Alternativamente, si el depósito no

está presurizado, o está insuficientemente presurizado para impulsar la dispensación del líquido, por ejemplo para evitar el exceso de carbonación o si el depósito está a una altura baja con respecto al punto de dispensación, puede emplearse una bomba de impulsión (no mostrada) para ejercer la fuerza motriz para conseguir la tasa de dispensación requerida.

5 También puede proporcionarse una unidad de enfriado adicional (no mostrada) para reducir la temperatura del líquido procedente del depósito antes de entrar al circuito de conducción: con el fin de reducir la energía de enfriamiento requerida para congelar la bebida hasta la fracción de hielo deseada, la bebida es suministrada a la máquina de granizado a una temperatura lo más próxima posible a su punto de congelación. En la realización descrita aquí se alcanzó un rendimiento aceptable cuando la bebida era suministrada a 3 °C desde el recipiente presurizado, siendo el punto de congelación de aproximadamente -3 °C, lo que daba lugar a una caída de temperatura de 6 °C antes de que la bebida empezara a congelarse.

15 Tal como se indica mediante la doble flecha, el conducto de congelación 3 forma una mitad de un intercambiador de calor 6 con un conducto de enfriamiento 108 que tiene una entrada 106 y una salida 107 y que contiene una masa de refrigerante de glicol 109 líquido entremedias. El intercambiador de calor 6 está conectado a un circuito de refrigerante que, tal como se indica mediante la flecha A, hace circular el refrigerante líquido desde la entrada 106 hasta la salida 107, a una unidad de refrigeración mediante refrigerante 22 y después de vuelta a la entrada 106.

20 El refrigerante se proporciona a la entrada del conducto de enfriamiento a una temperatura por debajo del punto de congelación del líquido; así, cuando el refrigerante fluye por el interior del conducto de enfriamiento se produce una transferencia térmica de calor del líquido al refrigerante. Dado que la transferencia térmica neta de calor al refrigerante es positiva, la temperatura del refrigerante aguas abajo de la entrada al conducto de enfriamiento es mayor que la temperatura del refrigerante suministrado por la fuente de refrigerante en la entrada.

25 En la realización mostrada, la unidad de refrigeración de refrigerante 22 es un enfriador de glicol independiente, convencional, usado habitualmente en entornos de bar que incluye un sistema de refrigeración por compresión de vapor 21 que se usa para enfriar un depósito de refrigerante 20. La bomba 19 está integrada en la unidad enfriadora y proporciona la fuerza motriz para hacer recircular el refrigerante. La capacidad de refrigeración del enfriador usado en esta realización es de 1,3 kW a -6 °C con una capacidad de flujo máximo de la bomba de líquido de 13 litros por minuto o una altura de elevación máxima de 16 metros. El uso de una unidad de enfriado 'autónoma' independiente de este tipo permite que el aparato de generación de granizado en sí mismo sea menos complejo y de menor coste.

35 La tasa de flujo de refrigerante líquido a través del conducto de enfriamiento 108 puede variarse, variando así la tasa de transferencia de calor desde el líquido que se encuentra en el volumen 105 del conducto de congelación 3. Al variar el caudal de refrigerante nuevo en el conducto de enfriamiento se consigue un incremento neto o una disminución neta en la temperatura promedio del refrigerante dentro del conducto de enfriamiento: esto cambia la tasa de transferencia térmica de calor global del fluido de trabajo al refrigerante y, por lo tanto, la tasa de congelación en el fluido de trabajo que fluye dentro del conducto de congelación.

40 En el ejemplo mostrado, el flujo a través del conducto de enfriamiento se controla mediante una válvula de solenoide 24 de 2/2 vías, normalmente cerrada, con un orificio de 20 mm de ancho que da lugar a una pequeña restricción al flujo cuando se abre. En esta realización sencilla, la reducida tasa de transferencia de calor se consigue interrumpiendo el caudal de fluido refrigerante hasta sustancialmente cero y el aparato usa pulsos de encendido-apagado para controlar la fracción de hielo. Una opción alternativa para conseguir un control más preciso es usar una válvula de restricción variable tal como un regulador de flujo o válvula de mariposa para variar el flujo de manera sustancialmente continua entre flujo total y flujo cero, aunque los inventores han encontrado que la constante temporal del cambio de temperatura del refrigerante con el caudal suaviza los pulsos de encendido-apagado, y se ha logrado un control aceptable sin el coste ni la complejidad adicionales de una restricción variable. Otra alternativa a una válvula 2/2 de un único orificio grande es el uso de una pluralidad de válvulas 2/2 de orificio más pequeño en paralelo; dado que las válvulas de orificio más pequeño son más habituales, esta opción puede dar lugar a un diseño más barato así como permitir un cierto control de flujo variable en caso de que esto se considerara después beneficioso. Para evitar un caso de 'obstrucción' de la bomba de refrigerante se proporciona un circuito de derivación de refrigerante 111 adicional para desviar el flujo de refrigerante alejándolo del conducto de enfriamiento, controlándose el flujo a través de este circuito según sea necesario mediante una válvula de solenoide 23 de 2/2 vías, normalmente abierta. Así, el flujo de refrigerante puede desviarse en dos direcciones; a través del conducto de enfriamiento o alrededor del conducto de enfriamiento a través del circuito de derivación de refrigerante. Sin coste ni complejidad adicionales, estas dos válvulas de control de refrigerante permiten un tercer estado, con ambas válvulas abiertas, en el que el circuito de derivación recibirá una proporción del flujo dando como resultado un flujo reducido pero no cero a través del conducto de enfriamiento. Métodos alternativos para controlar la derivación de refrigerante y evitar una 'obstrucción' incluyen usar una válvula de descarga de presión en la derivación que solo se abre cuando la presión sube debido a la ausencia de flujo en el conducto de enfriamiento, o usar una válvula 3/2 para sustituir las dos válvulas de refrigerante 2/2 23, 24 mostradas en la figura 1 de manera que la válvula 3/2 desvíe flujo de refrigerante o bien a través del conducto de enfriamiento o bien alrededor del circuito de derivación de refrigerante.

65

Tal como se indica mediante líneas discontinuas en la figura 1, las válvulas 23, 24 se controlan mediante un controlador 15 dependiendo de un sensor 4 que detectará la fracción de líquido congelado en el granizado generado. En la realización mostrada, el sensor se proporciona en el circuito de conducción 1 inmediatamente aguas arriba del conducto entrada 103 para poder detectar así rápidamente el fluido no congelado entrante durante la dispensación para aumentar rápidamente la potencia de enfriamiento con el fin de reducir el tiempo de recuperación de hielo. Tales sensores funcionan sobre la base de diversos principios: por ejemplo, es ampliamente conocido que un aumento en el contenido de partículas sólidas suspendidas (proporción hielo/líquido) de un granizado o una suspensión hace que aumente su viscosidad aparente. Un sensor puede hacer uso de este fenómeno, detectando la proporción hielo/líquido en la bebida recirculada usando un sensor de presión colocado entre la bomba y el conducto de congelación. Un incremento en la viscosidad del granizado que fluye en el circuito recirculado provoca un aumento en la presión en la salida de la bomba. Esto es detectado por el sensor de presión, lo que proporciona un método indirecto de medición de la proporción hielo/líquido de la bebida granizada en el circuito recirculado. Para evitar que las fluctuaciones de presión provocadas por la dispensación de líquido afecten a la proporción hielo/líquido inferida, la presión diferencial a través del generador de hielo puede medirse comparando la presión antes y después del conducto de congelación. Dependiendo del tipo de bomba, puede observarse un incremento medible de la corriente eléctrica con el incremento de la proporción hielo/líquido debido al incremento de la presión a través de la bomba, en donde este cambio de corriente puede permitir que la detección tenga lugar sin un sensor específico independiente. Los inventores también han previsto un controlador alternativo, en donde un sensor de presión mecánico, tal como un pistón o diafragma entre el circuito de recirculación a cada lado del conducto de congelación actúa directamente para accionar una válvula en el circuito de refrigerante, controlando así la proporción hielo/líquido. En tal disposición, la proporción hielo/líquido objetivo puede establecerse pretendiendo el sensor con una fuerza que corresponde a la presión a la proporción hielo/líquido requerida por medio de un resorte, por ejemplo. Otras formas conocidas de detectar la proporción hielo/líquido pueden basarse en la densidad o turbidez del granizado. Puede preferirse la detección de la turbidez cuando se requiere una respuesta rápida ante cambios en la proporción hielo/líquido, mientras que la detección de la presión permite detectar la proporción hielo/líquido promedio en el conducto, disminuyendo la sensibilidad a proporciones hielo/líquido no homogéneas dentro del circuito de fluido de trabajo.

En la realización mostrada, el controlador 15 puede variar la transferencia de calor desde el líquido que se encuentra en el volumen 105 entre diferentes tasas controlando el flujo de refrigerante líquido a través del conducto de enfriamiento en función de la lectura del sensor 4. En esta realización, el controlador es un controlador proporcional, integral, derivativo.

La realización mostrada tiene dos estados de uso operativos principales; el primero, su estando en reposo, cuando no se está produciendo dispensación, y el segundo estado, recuperación de la proporción hielo/líquido, que se produce durante y justo después de que haya tenido lugar la dispensación.

En el estado en reposo, la máquina solo tiene que superar las ganancias de energía básicas en el sistema procedentes de los medios de movimiento del fluido, a través del aislamiento, y de otros componentes para mantener la proporción hielo/líquido del fluido de trabajo en el circuito recirculado al nivel prestablecido deseado por el operario, de modo que esté siempre listo para la dispensación. De hecho, el aparato puede estar configurado de tal manera que la segunda tasa de transferencia de calor produzca una disminución neta en la proporción de líquido congelado en el líquido total contenido en el aparato. En este estado de uso, la potencia de enfriamiento requerida es baja. El punto de ajuste de la proporción hielo/líquido se mantiene mediante pulsación ocasional sobre el flujo de refrigerante a través del conducto de enfriamiento según sea necesario para mantener la proporción hielo/líquido al nivel prestablecido, en donde el incremento neto de la proporción hielo/líquido a partir del pulso compensa la disminución neta causada por la línea de referencia de la segunda tasa de transferencia de calor cuando el refrigerante es desviado del conducto de enfriamiento.

Cuando tiene lugar una dispensación, el volumen de fluido de trabajo semicongelado dispensado es reemplazado por fluido de trabajo no congelado procedente del depósito. Esto da como resultado una rápida reducción en la fracción sólida del fluido dentro del circuito recirculado que es detectada inmediatamente por el sensor 4, lo que hace que el sistema de control aumente la tasa de transferencia de calor desde el conducto de congelación para producir así un incremento neto en la fracción de líquido congelado en el líquido total contenido en el aparato y recuperar el nivel objetivo de fracción sólida prestablecida requerida.

En este estado, la potencia de enfriamiento requerida es alta ya que es deseable recuperar el nivel de fracción sólida lo más rápido posible de modo que la máquina pueda dispensar el fluido de trabajo con una fracción sólida homogénea. En este punto, el sistema de control hace funcionar el medio de control de flujo de refrigerante para que permanezca en el estado de alta tasa de congelación hasta que la fracción sólida en el circuito recirculado se recupere sustancialmente al nivel prestablecido, momento en el cual el intercambiador de calor podrá funcionar a una tasa inferior. El controlador puede anticipar que la fracción de hielo se está recuperando, por ejemplo mediante el término derivativo del algoritmo de control PID, cambiando a la tasa inferior de enfriamiento poco antes de que se alcance el punto de ajuste de la fracción de hielo para evitar así que se sobrepase el nivel prestablecido.

La figura 8 ilustra una variación típica a lo largo del tiempo en la temperatura del producto (en grados Celsius) y la lectura de un sensor de fracción de hielo en unidades de hielo, siendo esta última inversamente proporcional a la proporción hielo/líquido real del producto. La temperatura del producto se indica mediante la línea de rayas en negrita mientras que la lectura del sensor se indica mediante la línea de puntos. En el ejemplo mostrado, la fracción de hielo objetivo es de aproximadamente 1100 unidades de hielo, lo que corresponde a una temperatura objetivo de aproximadamente -3,7 °C. La dispensación de pequeñas cantidades de producto fuera del recorrido de flujo da como resultado pequeñas disminuciones correspondientes en la fracción de hielo e incrementos en la temperatura del producto, tal como se indica en A y A' respectivamente. La dispensación de mayores cantidades de producto da como resultado en cambios correspondientemente más grandes en la fracción de hielo y en la temperatura del producto, tal como se indica en B y B'. Se apreciará que diferentes líquidos –por ejemplo, diferentes bebidas con diferentes concentraciones de alcohol y azúcar– pueden mostrar cambios diferentes de temperatura para cambios similares en la fracción de hielo.

En particular, el flujo de refrigerante es variable entre al menos dos caudales; un primer caudal que da como resultado una alta tasa de congelación, mayor que la tasa de derretimiento en el resto del sistema, y un segundo caudal a un nivel que, si se mantiene, da como resultado una baja tasa de congelación, menor que la tasa de derretimiento en el resto del sistema. Así pues, el primer caudal de refrigerante provoca un incremento neto en la fracción sólido a líquido del fluido de trabajo dentro del circuito recirculado y el segundo caudal de refrigerante provoca una reducción neta en la fracción de sólido a líquido del fluido de trabajo dentro del circuito recirculado. Al hacer funcionar el medio de control de flujo de refrigerante en respuesta a la lectura del medio de detección de la fracción de sólido a líquido, la fracción de sólido a líquido del fluido de trabajo dentro del circuito recirculado se controla con precisión a cualquier nivel requerido. La figura 9 ilustra la variación en la potencia de enfriamiento del intercambiador de calor (línea de rayas) con el caudal de refrigerante a través del intercambiador de calor y el correspondiente aumento en la temperatura del refrigerante desde la entrada hasta la salida del intercambiador de calor (línea de puntos y rayas). Por ejemplo, si se dispensan seis pintas en 20 minutos con una ganancia de calor de 50 W, el caudal de refrigerante promedio requerido puede ser de aproximadamente 0,46 litros/minuto. Esto puede lograrse mediante un flujo sustancialmente constante o mediante una serie de pulsos de flujo, por ejemplo un pulso de 10 segundos de 2,76 litros/minuto una vez por minuto durante veinte minutos.

Si fuera recomendable una recuperación más rápida tras la dispensación, el aparato puede comprender adicionalmente un medio de detección de dispensación rápidamente, de manera que el controlador pueda adelantarse a la llegada de líquido no congelado en el sensor de la fracción de hielo. Esto permitirá más tiempo para que el refrigerante frío entre en el conducto de enfriamiento, lo que permite una recuperación más rápida hasta la fracción de hielo requerida. Existen diversos métodos sencillos para detectar que ha tenido lugar una dispensación, tal como un interruptor en el grifo, un interruptor de flujo en el conducto de entrada de líquido o un sensor de presión para detectar la caída de presión cuando se abre el grifo.

El refrigerante se proporciona a una temperatura por debajo de la temperatura de congelación objetivo con el fin de conseguir una proporción hielo/líquido objetivo. En la práctica, se ha encontrado que una diferencia de temperatura entre la temperatura de congelación objetivo de la bebida y la temperatura de entrada del refrigerante de entre 2 °C y 9 °C, en particular de 6 °C, da lugar a un rendimiento aceptable. También se ha encontrado que un caudal de líquido a través del conducto de congelación de al menos 1 litro por minuto es deseable para conseguir un rendimiento fiable cuando el hielo empieza a nuclearse.

A modo de ejemplo, si se dispensa una única bebida de 1 pinta (568 ml) cada 30 segundos con una temperatura de entrada del fluido de 3 °C y una temperatura de congelación objetivo de -3 °C para conseguir una fracción de hielo del 8 %, la potencia de enfriamiento promedio total requerida es de 0,98 kW. Los inventores han determinado que, para mantener la homogeneidad de la bebida, el sistema debería contener al menos un volumen de dispensación. Así pues, con la configuración preferida de conducto concéntrico de generación de hielo con un diámetro interno de 7,4 mm, aproximadamente 13,2 m de conducto contienen el volumen de bebida requerido para mantener la homogeneidad de la bebida. Tal longitud de tubo de MDPE de pared de 1 mm puede lograr el flujo calorífico de 0,98 kW desde el fluido de trabajo con una temperatura de entrada de refrigerante en el intervalo preferido indicado. Además, para poder mantener el rendimiento global deseado es necesario un enfriador de glicol con una potencia de enfriamiento superior a 0,98 kW.

Además del modo principal de mantener la fracción de hielo, y el modo opcional de responder a una dispensación detectada antes de que la fracción de hielo cambie (si está previsto tal modo y el medio de detección de dispensación adicional), el sistema mostrado en la figura 1 tiene un tercer modo de funcionamiento mediante el cual mantiene el fluido de trabajo frío sin generar hielo. Puede que durante la noche no se requiera dispensación, por lo que, a fin de minimizar el consumo de potencia y evitar una maduración de Ostwald, que tiende a producirse si el sistema se deja durante periodos prolongados sin dispensación, el sistema no mantendrá la fracción de hielo, y permitirá que el granizado se derrita. Sin embargo, puede resultar ventajoso evitar que el fluido de trabajo se caliente hasta la temperatura ambiente, por ejemplo bebidas que deben mantenerse frías para evitar que pierdan frescura. El método más sencillo es provocar ocasionalmente un pulso en el flujo de refrigerante, sobre la base de un control por estimación para mantener la temperatura del fluido de trabajo dentro de unos límites aceptables. Sin embargo, debido a la posible

variedad de condiciones, este enfoque requerirá mantener el fluido de trabajo más frío de lo necesario para garantizar que la temperatura permanece dentro del intervalo aceptable, por lo que puede resultar beneficioso proporcionar un sensor de temperatura del fluido de trabajo para permitir un modo de espera durante la noche más eficiente energéticamente. Puede que no sea necesaria la recirculación del fluido de trabajo entre pulsos de refrigerante, lo que permite una reducción adicional del consumo de energía.

La figura 2 ilustra, en sección transversal, diversas disposiciones de conducto de congelación 3 y conducto de refrigerante 108 configurados para la transferencia de calor, sirviendo las figuras 2(a) a (e) como leyenda para los diferentes tipos de sombreado empleados en las figuras siguientes, a saber:

- (a) - material adecuado para el conducto de congelación;
- (b) - material de construcción, no es importante;
- (c) - material con una alta conductividad térmica tal como aluminio o cobre;
- (d) - flujo de refrigerante
- (e) - flujo de líquido

Las figuras 2(f) y (g) muestran ejemplos de una disposición paralela en la que el conducto de congelación 3 y el conducto de enfriamiento 108 están realizados de una sola pieza. Esta disposición ofrece la ventaja de una fabricación fácil y barata del conjunto completo ya que estas secciones transversales podrían extraerse fácilmente. Sin embargo, dado que la sección transversal principal debe hacerse de un material con una conductividad relativamente baja y la proporción del perímetro de flujo en la proximidad inmediata para la transferencia de calor es relativamente pequeña, esta configuración puede no ser adecuada si se necesita una alta potencia de enfriamiento.

Haciendo referencia a la realización de la figura 2(h), un conducto de congelación 3 más pequeño se asienta dentro del diámetro interior de un conducto de enfriamiento 108 más grande, estando el refrigerante 109 en contacto íntimo con el exterior del conducto de congelación. Tal disposición concéntrica permite que el material del conducto de congelación 3 sea delgado –en el caso de un tubo de polietileno de densidad media (MDPE), un grosor de pared de menos de aproximadamente 1,4 mm– lo que reduce la resistencia térmica entre el refrigerante y el fluido de trabajo. Esto tiene la ventaja de requerir una menor diferencia de temperatura entre el refrigerante y el fluido de trabajo para generar un flujo calorífico dado. Esto permite que el sistema que proporciona el refrigerante sea más eficiente energéticamente. En el ejemplo mostrado, el conducto de congelación 3 consiste en un tramo de tubo para bebida convencional de construcción de polietileno de densidad media (MDPE) con un diámetro exterior de 3/8 pulgadas (9,5 mm) y un diámetro interno de 7 mm. Materiales de tubo adecuados alternativos –en particular para el diámetro interior del tubo– incluyen nailon, politetrafluoroetileno (PTFE), etileno-propileno fluorado (FEP), polipropileno (PP) y poli(cloruro de vinilo) (PVC). El conducto de enfriamiento 6 consiste en un tramo de tubo de PVC con un diámetro interior de 1 pulgada (25 mm) con adaptadores en ambos extremos para admitir tanto el conducto de congelación más pequeño como la entrada y la salida de refrigerante. Para conservar espacio, el conjunto de conductos de congelación y de refrigerante está enrollado y, para reducir las ganancias de energía, está aislado. La figura 2(i) muestra la adición de separadores radiales para garantizar la concentricidad y el flujo uniforme de refrigerante alrededor del conducto de congelación; estos separadores pueden estar previstos ocasionalmente a lo largo de la longitud del conducto, o de manera continua, y pueden ser una pieza independiente, una característica de cualquiera de las paredes de conducto, o estar extruido de una pieza con ambas paredes de conducto.

Las figuras 2 (j) y (k) muestran algunos ejemplos de múltiples recorridos de flujo unos al lado de otros tanto para el refrigerante como para el fluido de trabajo. Estos recorridos de flujo pueden estar conectados en serie o en paralelo, en función de si se considera que la tendencia al bloqueo o a la restricción del flujo es el factor limitante. Estas disposiciones permiten un incremento del área de contacto del fluido de trabajo con las paredes del conducto de congelación sin que aumente la longitud global del conducto de enfriamiento. Esta disposición puede ser deseable en una máquina de granizado de alta potencia para hacer el generador de hielo más compacto. La figura 2(k) muestra la disposición aplicada al principio mostrado en las figuras 2(f) y (g) que da lugar a una combinación de los beneficios de fabricación de bajo coste y mayor transferencia de energía.

Las figuras 3 (a) a (e) muestran disposiciones en las que se usa un material con conductividad térmica alta intermedia para efectuar la transferencia de energía térmica desde el exterior del conducto de congelación al refrigerante. En general, estas configuraciones deberían tener una resistencia térmica baja similar a las configuraciones de las figuras 2(h) e (i) y son por tanto más eficientes energéticamente. También tienen otros beneficios adicionales en el sentido de que no tienen interfaz directa entre el exterior del conducto de congelación y el refrigerante, lo que permite que el refrigerante esté a una presión superior de que sería normalmente posible con el material relativamente débil del conducto de congelación, como puede ser necesario si el fluido refrigerante es un refrigerante por compresión de vapor tal como R404 o R134A.

La figura 4 muestra una realización del sistema en la que el circuito de líquido 1 incluye un depósito 25 abierto desde el que la entrada 7 toma activamente el fluido de trabajo y al que dispensa la salida de dispensación 8 de manera continua. Tal sistema puede usarse cuando sea deseable tener un depósito de granizado sellado, por ejemplo cuando deben almacenarse grandes cantidades de granizado para fines de aire acondicionado. Este sistema también puede

usarse como dispositivo para bebida granizada en el que la masa principal de bebida está contenida dentro de un depósito abierto tal como una jarra; la bebida puede tomarse de la jarra, convertirse en granizado y después devolverse a la jarra.

5 La figura 5 muestra una realización del sistema apta para su uso en crioterapia con la adición de un 'manguito' de enfriamiento 9 apto para aplicar enfriamiento a una parte del cuerpo lesionada, un cordón umbilical de recirculación de granizado 10 flexible, aislado, y un depósito de fluido de trabajo 11 para almacenar granizado. Este sistema es beneficioso ya que la combinación de la resistencia térmica del manguito y el punto de congelación del fluido de trabajo permite una aplicación controlada y homogénea de crioterapia según sea necesario.

10 La figura 6 muestra una realización del sistema apta para su uso en una aplicación para generar granizado estéril para uso quirúrgico con la intención de que todas las partes que se mojan sean desechables. La adición de un depósito flexible 13 dentro del circuito recirculado 1 permite que el sistema venga precargado con fluido de trabajo. El bombeo del fluido de trabajo puede conseguirse a través del conducto desechable, por ejemplo mediante bombeo peristáltico o accionamiento magnético de un rotor. Puede estar prevista una salida de dispensación 8 para permitir la dispensación del granizado estéril, o, una vez parcialmente congelado, puede retirarse el inserto desechable y cortarse para abrirlo y dispensar el granizado que hay dentro. Para tal sistema, las configuraciones de conducto de las figuras 3 (b) y (c) pueden ser apropiadas: el conducto de congelación no está totalmente encerrado, lo que permite un montaje y una separación fáciles del conducto de congelación (desechable) del conducto de enfriamiento. Las figuras 3(d) y 20 (e) muestran una disposición separable similar utilizando un material conductor intermedio partido para maximizar el área de contacto y reducir la resistencia térmica entre el refrigerante y el fluido de trabajo.

La figura 7 muestra una realización del sistema que presenta tres mejoras frente al sistema dibujado en la figura 1 mientras que, por lo demás, es sustancialmente similar. Las mejoras son independientes y cada una de ellas puede usarse sin las otras según sea necesario.

25 La primera mejora es el uso de múltiples recorridos de conductos de enfriamiento paralelos dentro del intercambiador de calor, que actúan en este ejemplo sobre un único conducto de congelación. Tal y como está dibujado, hay dos recorridos de refrigerante paralelos, pero pueden incluirse más según sea necesario. En la realización mostrada, el refrigerante se suministra a un orificio de entrada central 106' y abandona los recorridos de conducto de enfriamiento por dos salidas 107'. Puede verse que esta disposición podría invertirse con dos entradas y una salida central o, si se requieren más recorridos, alternar orificios de entrada y salida a lo largo de la longitud del conducto de enfriamiento. Dividir el conducto de enfriamiento en múltiples recorridos paralelos obtiene numerosos beneficios. En primer lugar, la restricción del flujo se reduce, lo que permite un mayor caudal para una bomba dada, lo que da como resultado una mayor potencia de enfriamiento y una respuesta más rápida. En segundo lugar, dada la realización preferida del intercambiador de calor que se encuentra en la disposición concéntrica del conducto de enfriamiento alrededor del conducto de congelación, dividir el conducto de enfriamiento en tramos más cortos conectados por orificios de entrada o salida hace que el montaje del intercambiador de calor sea significativamente más fácil. Los recorridos paralelos separados también proporcionan un lugar natural para instalar las válvulas de control de refrigerante 2/2 paralelas mencionadas anteriormente y dibujadas como 24' en la figura 7.

30 La segunda mejora en el sistema mostrado en la figura 7 es la capacidad de limpieza mejorada proporcionada por la válvula 3/2 en el grifo de dispensación. La disposición conecta el circuito de recirculación cuando el grifo está cerrado, y desvía el flujo hacia la boca de dispensación cuando se abre el grifo. La línea de entrada procedente del depósito 45 17 se dirige al orificio de la válvula 3/2 tal y como está dibujado, de tal manera que el circuito de recirculación se convierte en una única línea de flujo, sin tramos muertos, desde el depósito hasta la boca cuando el grifo está abierto. Esto es importante tanto para poder conseguir una limpieza eficaz del sistema como para poder cebar el sistema con fluido de trabajo al tiempo que se minimiza el desperdicio producido durante el mezclado o la dilución. La disposición de válvula 3/2 mostrada con doble orificio para la línea de entrada procedente del depósito puede implementarse como 50 válvula de limpieza independiente distinta del grifo de dispensación, si fuera necesario, pero el sistema con válvula de limpieza y grifo de dispensación combinados tal como se ha dibujado tiene los beneficios de un menor número de componentes así como, para la aplicación de bebida granizada, la ventaja de limpiarse de la misma manera que una línea de cerveza convencional, lo que hace que resulte más familiar para el personal del bar.

55 La tercera mejora es que en esta realización se ha proporcionado un amortiguador de expansión 112 para impedir un aumento de presión excesivo debido a la expansión del hielo al congelarse. Con fracciones de hielo bajas, la elasticidad de la tubería permite que la expansión por congelación sea mínima. Con fracciones de hielo superiores, sin embargo, los inventores han comprobado que la presión del sistema superaba los 10 bar, lo que puede provocar que la tubería, conectores y accesorios convencionales presenten fugas o se estropeen. Si se requiere más elasticidad, esto puede proporcionarse usando un amortiguador elástico convencional, normalmente empleado para eliminar pulsos en líneas de bebida bombeadas, y tales componentes por lo general comprenden un pistón o diafragma que actúa en contra de una presión o bien de resorte o bien neumática. El amortiguador permite un mayor cambio en el volumen del sistema debido a la expansión con tan solo un pequeño aumento en la presión del sistema. Tan pronto como se produce la dispensación, el resorte actúa para recuperar el volumen de expansión, lo que permite que el 60 volumen aumente de nuevo con la congelación una vez concluida la dispensación.

5 Ha de entenderse que esta invención se ha descrito a modo de ejemplo únicamente y que pueden realizarse una amplia variedad de modificaciones sin alejarse del alcance de la invención. En particular, aunque la invención se ha descrito principalmente a modo de ejemplo de un dispositivo de dispensación de bebida granizada, se apreciará que puede ser aplicable a otros tipos productos tanto ingeribles como no ingeribles y a líquidos tanto acuosos como no acuosos.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para generar, con una proporción hielo/líquido objetivo y a una correspondiente temperatura objetivo, un granizado que comprende líquido congelado y no congelado, comprendiendo el aparato un recorrido de flujo que está definido por un circuito de conducción (1, 3);
 5 en donde:
- el recorrido de flujo comprende un intercambiador de calor (6) que comprende un conducto de enfriamiento (108) que tiene una entrada de refrigerante (106) y una salida de refrigerante (107), estando el intercambiador de calor (6) configurado para un flujo de refrigerante (109) a través del conducto de enfriamiento (108) a una temperatura al menos 2 °C por debajo de la temperatura objetivo, estando el aparato configurado para variar la tasa de flujo de refrigerante a través del conducto de enfriamiento (108) del intercambiador de calor (6) entre una primera tasa y una segunda tasa inferior,
 10 **caracterizado por que**
- 15 el recorrido de flujo está configurado para la recirculación del líquido congelado y no congelado (110) a través del mismo.
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y configurado de tal manera que la primera tasa de flujo de refrigerante produce un incremento neto en la fracción de líquido congelado en el líquido total contenido en el circuito de conducción (1, 3) y la segunda tasa de flujo de refrigerante produce una disminución neta en la fracción de líquido congelado en el circuito de conducción (1, 3).
 20
3. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el refrigerante (109) es un líquido, en particular agua con un inhibidor del punto de congelación, más en particular agua con propilenglicol.
 25
4. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el refrigerante (109) es un refrigerante por compresión de vapor.
5. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el intercambiador de calor (6) comprende además una entrada de líquido y una salida de líquido interconectadas por un conducto de líquido, presentado el conducto de líquido una longitud entre la entrada de líquido y la salida de líquido en el intervalo de 5 m a 30 m, en particular de alrededor de 13 m.
 30
6. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación de aparato anterior y que comprende al menos un sensor para detectar la fracción de líquido congelado en el granizado generado, estando el aparato configurado para variar la tasa de flujo de refrigerante en función de la lectura del al menos un sensor.
 35
7. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior y que comprende al menos un restrictor de flujo (24) para restringir el flujo de refrigerante a través del intercambiador de calor (6).
 40
8. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el aparato comprende una carcasa (18) y está configurado para la conexión liberable de la entrada de refrigerante a un suministro de refrigerante (20) independiente, fuera de la carcasa (18).
9. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el circuito de conducción consiste en un tubo que tiene un diámetro interior de polietileno de densidad media (MDPE), nailon, politetrafluoroetileno (PTFE), etileno-propileno fluorado (FEP), polipropileno (PP) o poli(cloruro de vinilo) (PVC).
 45
10. Dispensador de bebidas que comprende un aparato para generar un granizado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior y una salida de dispensación (8) en comunicación de fluido con el circuito de conducción (1, 3).
 50
11. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la al menos una parte del circuito de conducción (1, 3) está ubicada dentro del conducto de enfriamiento (108) del intercambiador de calor (6).
12. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el conducto de enfriamiento (108) del intercambiador de calor (6) alberga un volumen de refrigerante máximo de 5 litros.
 55
13. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el intercambiador de calor (6) comprende múltiples conductos de enfriamiento configurados para un flujo paralelo y/o múltiples conductos de líquido configurados para un flujo paralelo.
 60
14. Método para generar, con una proporción hielo/líquido objetivo y a una correspondiente temperatura objetivo, un granizado que comprende líquido congelado y no congelado, comprendiendo el método las etapas de:
 65 proporcionar un recorrido de flujo configurado para la recirculación del líquido congelado y no congelado (110) a través del mismo, estando definido el recorrido de flujo por un circuito de conducción (1, 3), y comprendiendo el recorrido de

flujo un intercambiador de calor (6), comprendiendo el intercambiador de calor (6) un conducto de enfriamiento (108) que presenta una entrada de refrigerante (106) y una salida de refrigerante (107); hacer recircular el líquido congelado y no congelado (110) a través del circuito de conducción (1, 3) del recorrido de flujo;

5 alimentar refrigerante (109) a través del conducto de enfriamiento (108) del intercambiador de calor (6) a una temperatura al menos 2 °C por debajo de la temperatura objetivo; y
10 variar la tasa de flujo de refrigerante a través del conducto de enfriamiento (108) del intercambiador de calor (6) entre una primera tasa y una segunda tasa inferior.

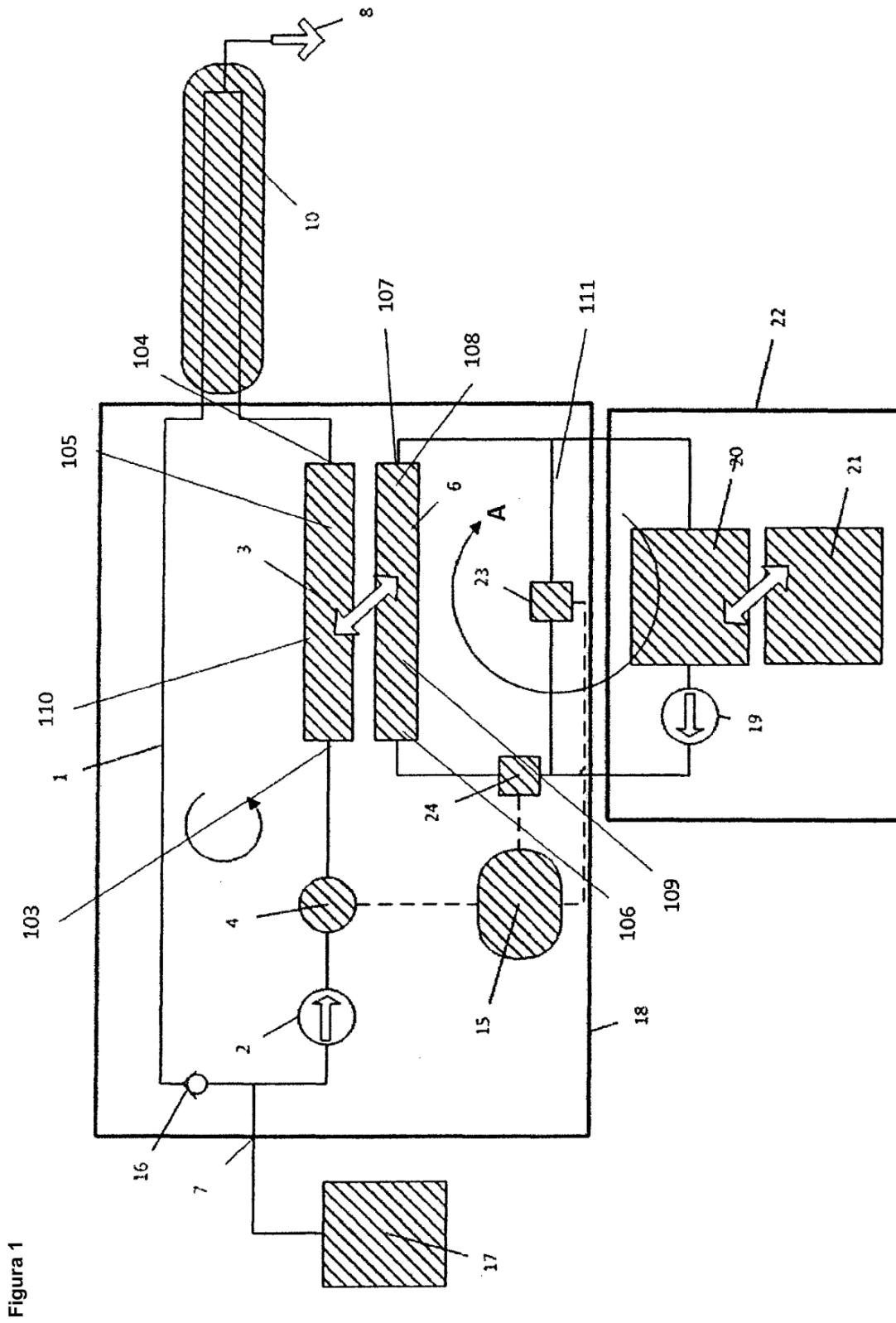
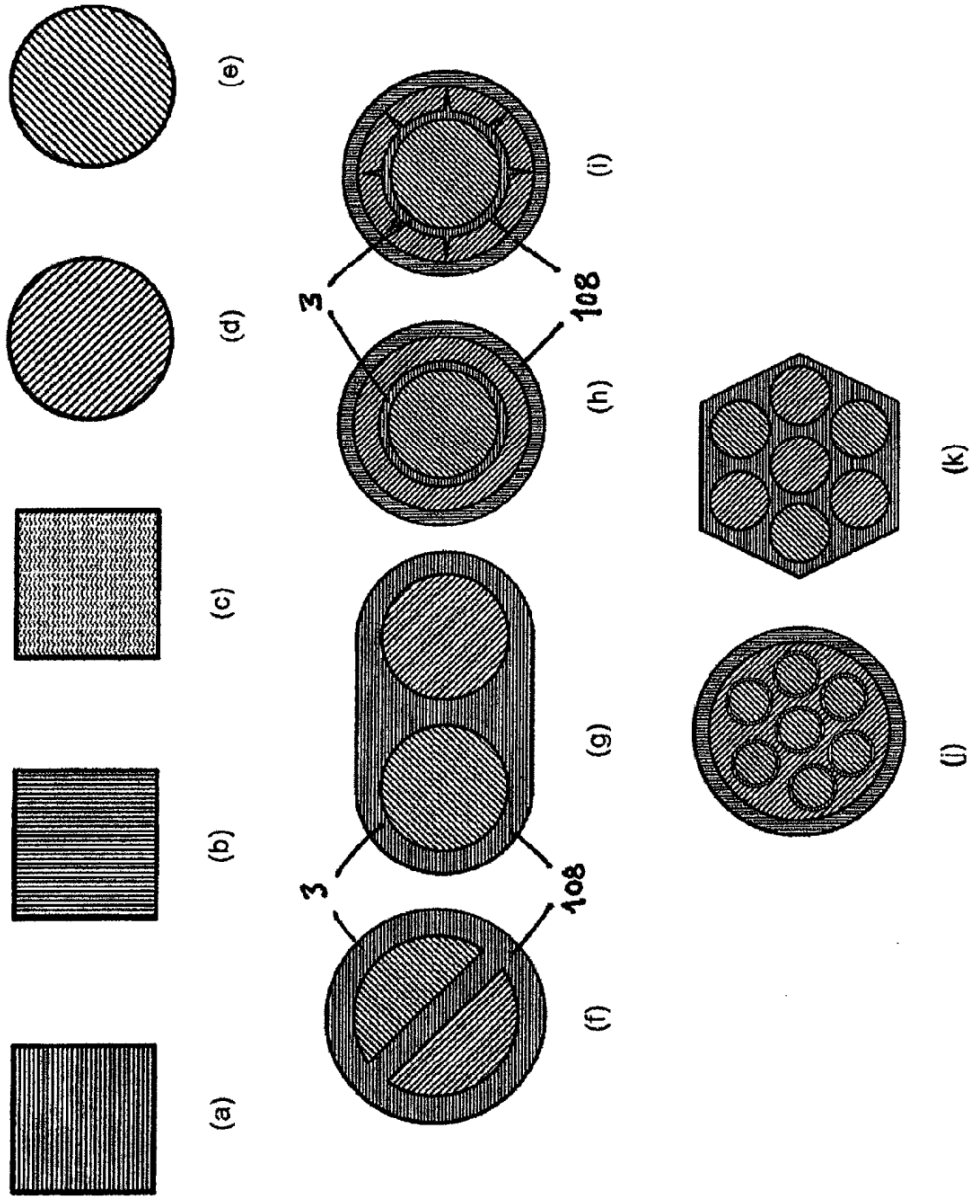


Figura 1

Figura 2



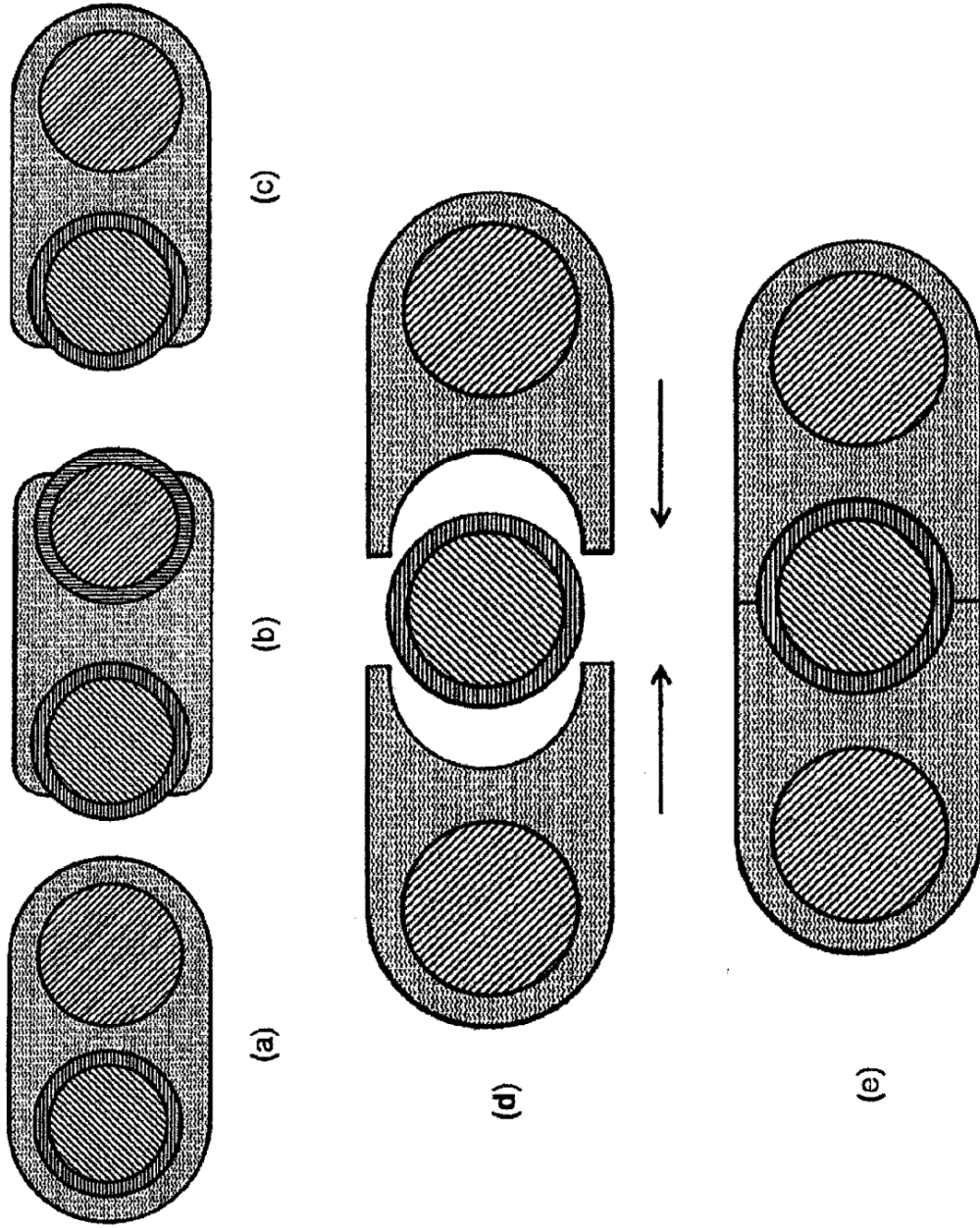


Figura 3

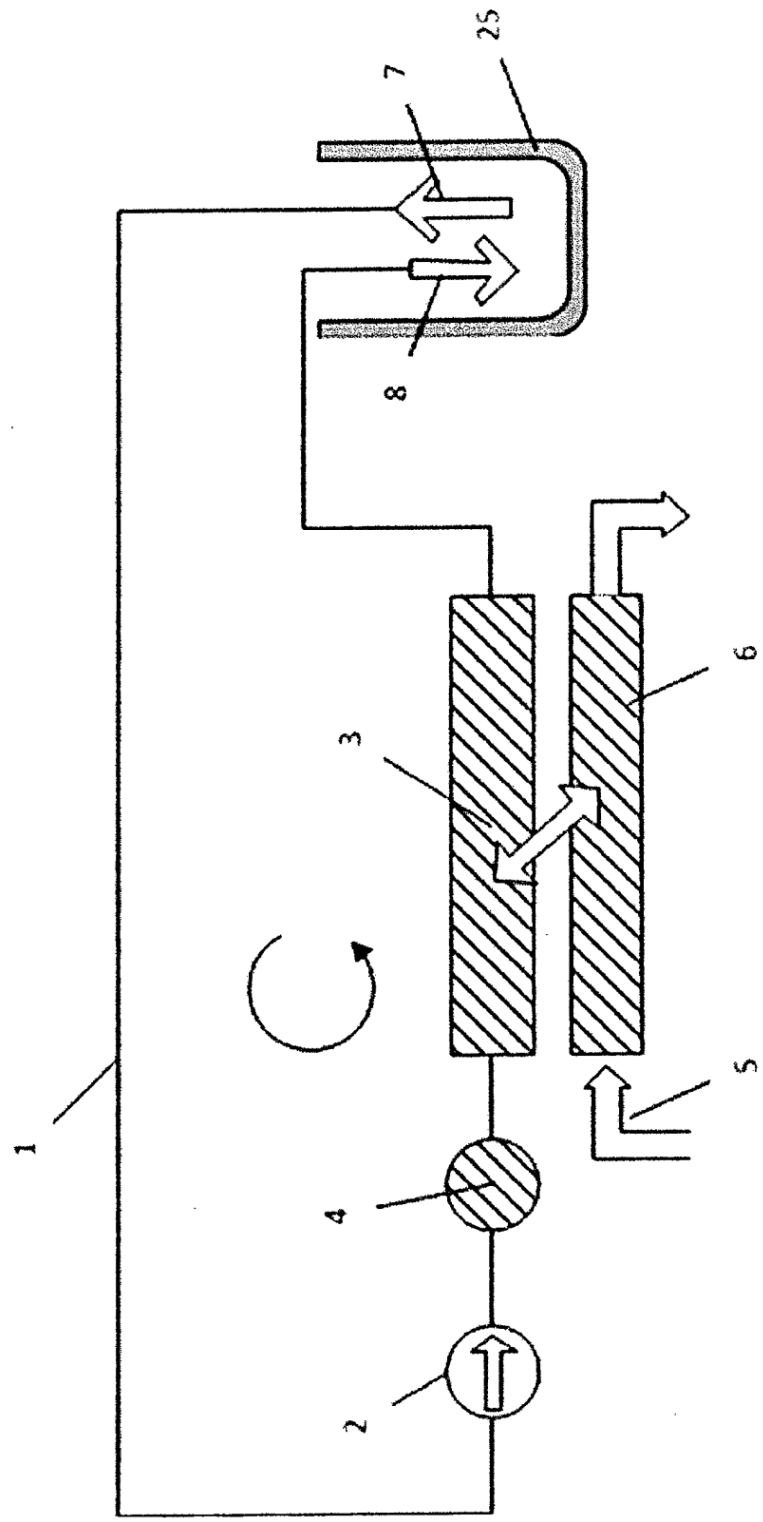


Figura 4

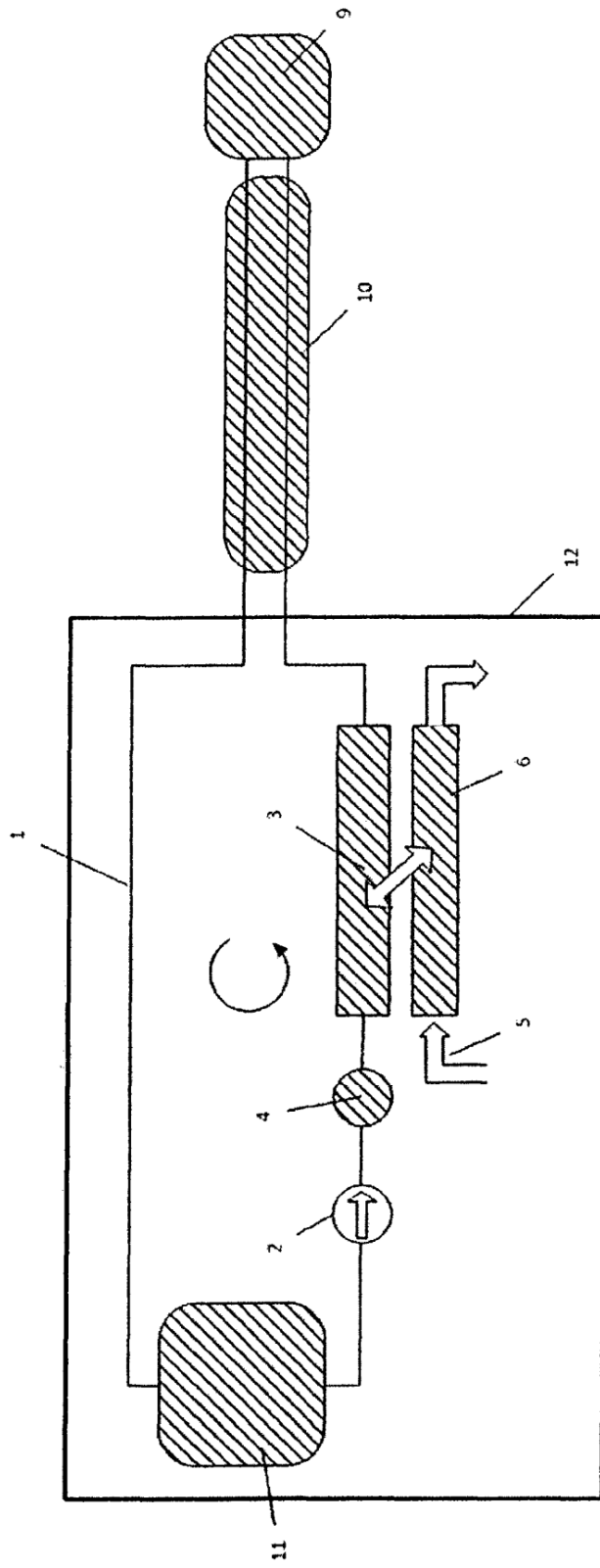


Figura 5

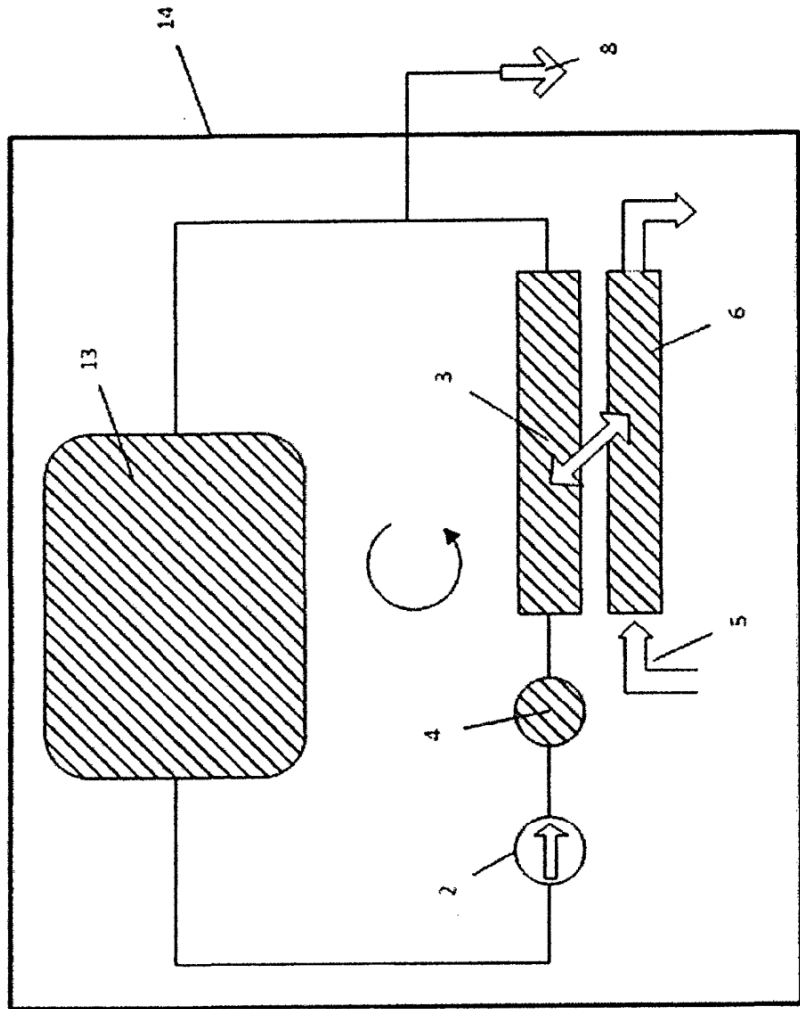


Figura 6

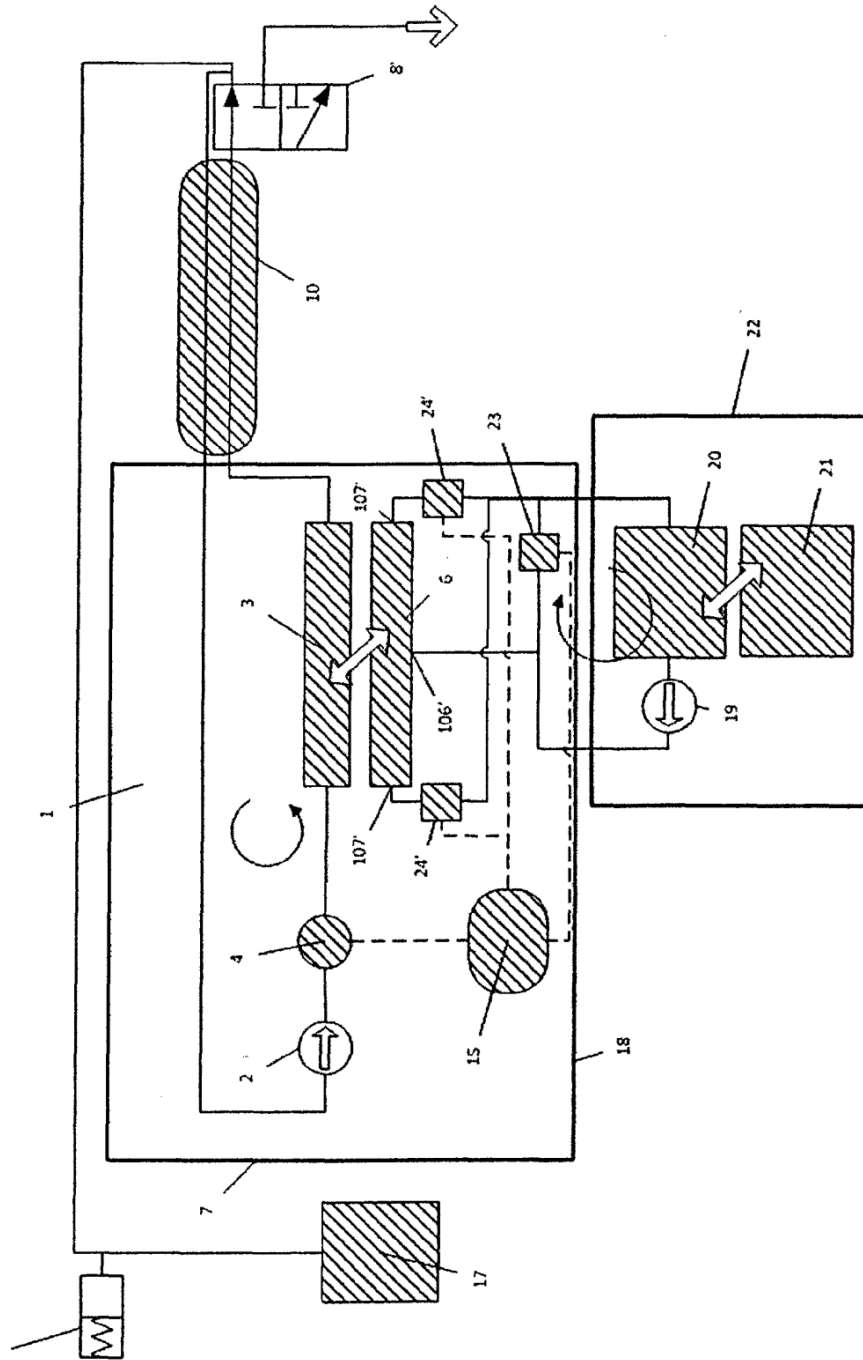
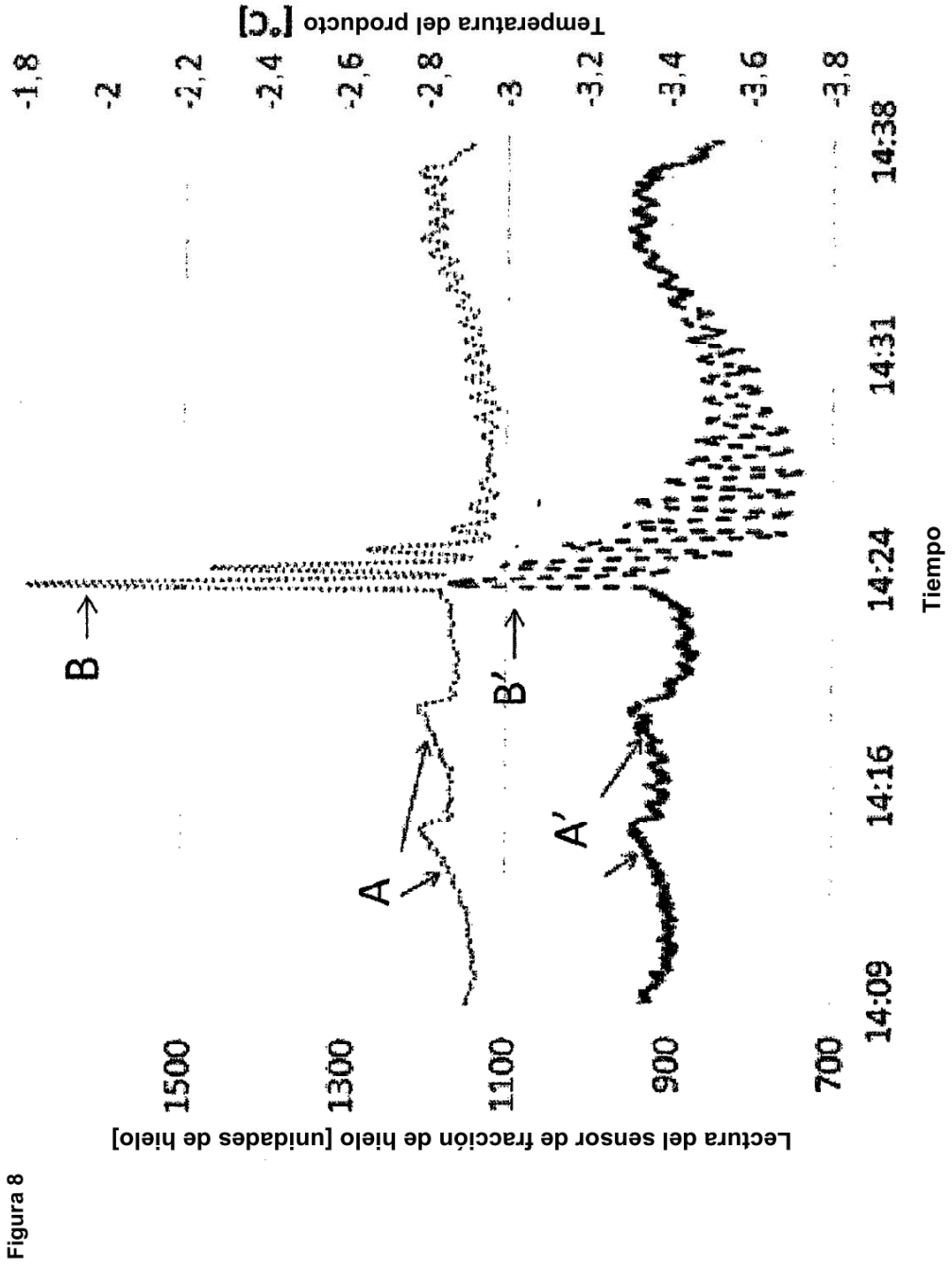


Figura 7



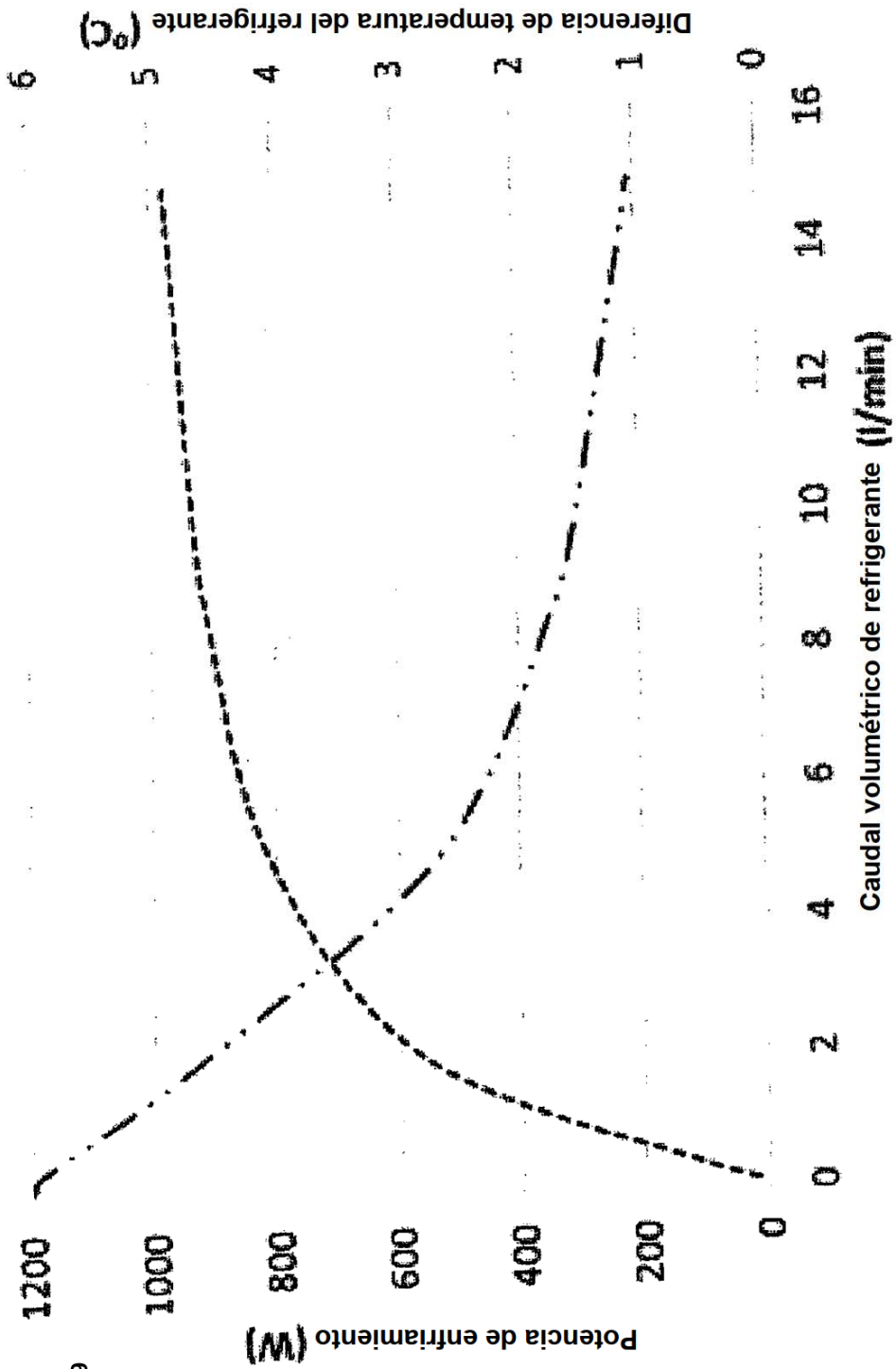


Figura 9