

6

"SISTEMA DE ENFRIAMIENTO RÁPIDO DE BEBIDAS Y MÉTODO DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE"

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de refrigeración rápida, con bajos consumos energéticos que eliminan el consumo de hielo necesario para enfriar bebidas, cuyo proceso es adelantado en un tiempo inferior frente a sistemas tradicionales.

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención corresponde sistemas de enfriamiento rápido que promuevan una reducción en: el consumo energético, la generación de CO₂, los tiempos de enfriamiento, eliminar la fabricación de hielo para el enfriamiento de bebidas y aumentar el área de transferencia de calor (enfriamiento) sobre una bebida.

ESTADO DE LA TÉCNICA

En los últimos cien (100) años nuestro planeta viene sufriendo incrementos de temperatura cercanos a los 273,95 K, hecho que según múltiples estudios recae principalmente en las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂), asociado enormemente a la fabricación de sistemas, y/o dispositivos hechos por el hombre. A partir de la revolución industrial las emisiones de CO₂ se han incrementado sustancialmente, especialmente desde finales de los años 90, cuando la producción industrial llegó a un crecimiento impensable. Esta emisión de gases está asociada al incremento de la temperatura en las diferentes regiones que conforman el planeta y es innegable que estas temperaturas elevadas están cambiando el estilo de vida de las especies, particularmente la humana. No es coincidencia que en la medida que se han incrementado las temperaturas, se aumente la demanda para adquirir diferentes tipos de bebidas, que buscan garantizar la hidratación permanente, necesaria para el sustento de la vida humana.

En la actualidad, las personas prefieren adquirir bebidas refrescantes enfriadas, por cuanto genera mayor satisfacción a la hora de hidratarse, lo que ha promovido el incremento en la adquisición y utilización de sistemas y/o dispositivos de enfriamiento, en escala doméstica, comercial e industrial.

Los sistemas y/o dispositivos de enfriamiento fundamentan su principio de operación en la Segunda Ley de la Termodinámica. En ella se define en términos generales un ciclo de refrigeración por compresión de vapor en el que existe un fluido de trabajo denominado refrigerante, el cual pasa por un ciclo termodinámico. Se transfiere calor al refrigerante en un evaporador, con una presión y temperatura bajas. El trabajo se hace sobre el refrigerante en el compresor, para luego realizar una transferencia de calor en un condensador, donde su presión y temperatura son altas. La presión disminuye a medida que el refrigerante fluye a través de una válvula de estrangulamiento. De esta manera general, en un refrigerador se tiene un dispositivo que funciona en un ciclo, que requiere trabajo y que cumple con el objetivo de transferir calor desde un cuerpo a baja temperatura a un cuerpo a temperatura elevada.

Desde hace varios años, se vienen desarrollando sistemas y/o dispositivos que aplican las leyes de transferencia de calor para el enfriamiento de diferentes productos como alimentos y bebidas, buscando aumentar la eficiencia de transferencia con cada ciclo de enfriamiento. Un ejemplo se describe en la patente de invención con referencia **CO10-106634**, titulada **“DISPOSITIVO MULTILATERAL DE ESTRUCTURA DOBLE PARA ENFRIAMIENTO DE AGUA CONTINUO, UNIFORME Y RÁPIDO”**, la cual se refiere a un dispositivo multilateral de enfriamiento rápido, continuo y uniforme de estructura doble, en el cual el agua potable, tal como una bebida o licor, puede ser rápidamente y uniformemente descargado sin límite en la cantidad a una temperatura de enfriamiento óptima para beber. Aunque la patente hace mención de algunos de los elementos referidos en la presente invención, como tuberías de circulación de refrigerante, un tubo de refrigeración en forma de resorte y un sensor de temperatura o termostatos, es válido señalar que la patente de referencia describe la circulación directamente del fluido a enfriar a través de las tuberías en forma de resorte, mientras que en la presente invención circula un gas al interior de una tubería canalizada con una espiral que enfría la superficie de una cámara de circulación, para luego enfriar el recipiente que contiene la bebida, así como su contenido. Además, la patente de referencia no hace mención a unas conexiones internas en paralelo para mantener independencia por módulo de enfriamiento y para aumentar el área de contacto para el enfriamiento, necesarias para establecer las dimensiones del sistema de enfriamiento según su escala (doméstico, comercial o industrial). Finalmente, la invención de referencia revela la implementación de una bomba de circulación cuya función es la descarga del fluido enfriado en un tanque auxiliar, mientras que la presente invención plantea la utilización de un circuito de refrigeración para la recirculación del gas refrigerante, además de dinamizar el proceso de enfriamiento rápido (*ver descripción de la invención*).

Por lo anterior, el problema a solucionar se fundamenta en la necesidad de incrementar el área de transferencia de calor para el enfriamiento de bebidas con la configuración descrita en la presente invención (*ver descripción de la invención*), la disminución de los tiempos de enfriamiento, la eliminación del consumo de hielo necesario para el enfriamiento tradicional y la reducción del consumo de energía eléctrica para adelantar el proceso de enfriamiento. El sistema de la presente invención describe una serie de elementos con una configuración específica para alcanzar la solución propuesta. Adicionalmente, la presente invención describe un método de fabricación y ensamble del sistema de enfriamiento rápido de bebidas, necesario para alcanzar la configuración deseada que resuelve el problema a solucionar.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Con el ánimo de complementar la descripción detallada que se presenta a continuación y con la finalidad de ofrecer una mayor claridad respecto a las características de la presente invención, se enseña una serie de figuras, que con carácter ilustrativo más no restrictivo, refleja lo siguiente:

Figura 1. Esta figura básica muestra una vista en perspectiva (3D) que enfatiza los componentes esenciales del sistema de enfriamiento rápido de bebidas.

Figura 2a. Esta figura en vista frontal, permite visualizar el ensamble de la arandela superior (8) y la arandela inferior (9) al ducto de depósito de bebidas (1), cilindro contenedor (3), cámara de circulación (2) y espiral (6).

Figura 2b. Se trata de un esquema de como están distribuidos los tubos con las tuberías 12d y 12s.

Figura 3. Esta figura en perspectiva permite visualizar la carcasa rectangular (11), cuando las piezas del sistema de enfriamiento rápido de bebidas se encuentran fijadas y unidas y se inyecta material de relleno preferiblemente poliuretano de alta densidad.

Figura 4. Esta figura en perspectiva permite visualizar el sistema con la cámara de refrigeración (17) cerrada y conectada a la Unidad Hermética Frigorífica (UHF).

Figura 5. Esta figura en vista frontal, muestra el ciclo de refrigeración que se adelanta durante el proceso de enfriamiento de bebidas.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Versiones del sistema de enfriamiento rápido de bebidas

Tabla 2. Valores de presión y temperatura medidos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para solucionar el problema de incrementar el área de transferencia de calor para el enfriamiento de bebidas, la disminución de los tiempos de enfriamiento, la eliminación del consumo de hielo necesario para el enfriamiento tradicional y la reducción del consumo de energía eléctrica para adelantar el proceso de enfriamiento, se proporciona un sistema de enfriamiento rápido de bebidas y un método para la fabricación y ensamble del sistema de enfriamiento rápido de bebidas.

El sistema de enfriamiento rápido de bebidas está conformado por una cámara frigorífica (17); de forma rectangular, que contiene módulos de enfriamiento (M), cada uno conformado por cilindros concéntricos de diferente diámetro; el cilindro interno se utiliza como ducto de depósito de bebidas (1) a enfriar, mientras que el cilindro externo cumple una función como cilindro contenedor (3) de bebida. En la cámara frigorífica (17), cada cilindro contenedor (3) y ducto de depósito de enfriamiento (1) se ubica verticalmente, formando filas, a los que se conecta mediante conos de distribución (13D) un ducto de inyección (4) en la superficie lateral-superior del cilindro contenedor (3) y ducto de depósito de enfriamiento (1). Igualmente, a los conos de succión (13S) se conecta un ducto de succión (5) en superficie lateral - inferior del cilindro contenedor (3) y del ducto depósito de bebidas (1). De cada cono de distribución y succión (13D, 13S) se derivan tuberías de distribución y succión (12d, 12s), permitiendo la repartición y succión del gas refrigerante a/y desde cada cámara de circulación (2), formando un circuito paralelo con cada ducto de depósito de bebidas (1) y cilindro contenedor (3), preservando

independencia en la distribución del gas refrigerante en cada ciclo de refrigeración y por cada módulo de enfriamiento.

En medio de los dos cilindros concéntricos (1,3), se dispone de un espacio que se utiliza como cámara de circulación (2) para la inyección de un gas refrigerante utilizado para el enfriamiento de las superficies del ducto de bebidas (1) y cilindro contenedor (3) y posteriormente de las bebidas allí contenidas; preferiblemente, el gas a utilizar durante el ciclo de refrigeración es Freón R404R. Una espiral (6) se construye preferiblemente en aluminio; luego se une por medio de soldadura rodeando el perímetro exterior del ducto de depósito de bebidas (1) hasta conseguir un envolvimiento de la superficie de dicho ducto de depósito de bebidas (1). La espiral (6) tiene una serie de pasos o espacios de separación, en la sección superior de la espiral (6), el ducto de depósito de bebidas (1) y el cilindro contenedor (3) se fija una arandela superior (8), mientras que en la sección inferior de la espiral (6), el ducto de depósito de bebidas (1) y el cilindro contenedor (3) se fija una arandela inferior (9).

En el extremo superior del cilindro contenedor (3) se fija con soldadura u otro elemento de fijación un ducto de inyección (4), que está conectado a los conos de distribución (13D), por donde se inyecta el gas refrigerante para iniciar el proceso de enfriamiento de las bebidas; mientras que en el extremo inferior del cilindro contenedor (3) se fija un ducto de succión (5), conectado a los conos de succión (13S). La distribución para la entrada y salida del gas refrigerante a cada cámara de circulación (2), se realiza a través de tuberías de distribución y succión (12d, 12s), dispuestas en forma perpendicular (o cualquier otra dirección) con respecto al cilindro contenedor (3), cuyo flujo es regulado por medio de una válvula de expansión (15). Por el extremo opuesto, el ducto de succión (5) se conecta a un compresor (7).

Cuando el gas refrigerante es inyectado a través del ducto de inyección (4), el gas se desplaza pasando por la espiral (6), enfriando; consecuentemente, las paredes externas e internas de cilindros concéntricos, es decir, del ducto de depósito de bebidas (1) y el cilindro contenedor (3) son enfriadas. Posteriormente, la transferencia de calor (enfriamiento) se traslada al recipiente (lata) que contiene la bebida a enfriar.

Para lograr la configuración precisa del equipo, inicialmente, se realizó una prueba de inyección lineal de gas refrigerante para estimar en términos generales la eficiencia de transferencia de calor (enfriamiento) y el tiempo que tardaba una bebida en enfriarse. La inyección del gas durante la prueba se realizó a través de un ducto de inyección (4) con un elemento que permitía una distribución de gas perpendicular al ducto de succión (5) y paralelo al ducto de depósito de bebidas (1). Los resultados demostraron que aproximadamente el cinco por ciento (5%) de la superficie del ducto de depósito de bebidas (1) se enfriaba, mientras que la transferencia de calor (enfriamiento) hacia la superficie de la bebida en lata era nula; generando un nuevo planteamiento que llevó a la configuración en la que se realizó la circulación del gas que pasa por una espiral (6) dispuesto en una cámara de circulación (2).

Los puntos de contacto de transferencia de calor (enfriamiento) obtenidos con la espiral (6), permitió cubrir hasta un ochenta y cinco por ciento (85%) de la superficie de los cilindros concéntricos, es decir, ducto de depósito de bebidas (1) y cilindro contenedor (3), permitiendo un enfriamiento de la bebida en lata. Adicionalmente, cada uno de los módulos de enfriamiento es sometido a una prueba hidrostática para establecer en términos generales cualquier tipo de

fuga del gas refrigerante y comprobar la resistencia de los materiales que componen cada módulo de enfriamiento. La prueba hidrostática se adelanta con cambios de presión continuos hasta alcanzar una presión máxima de $1,72 \times 10^6$ Pa. Una vez finalizada la prueba hidrostática, se procede a construir dos láminas de alojamiento (10), cuya función es contener cada uno de los módulos de refrigeración hasta formar la estructura de la cámara frigorífica, tal como el ducto de depósito de bebidas (1), el cilindro contenedor (3) y la cámara de circulación (2), dispuestos en filas. Las láminas de alojamiento (10) se sueldan a la sección externa de los soportes o arandelas superiores (8) y los soportes o las arandelas inferiores (9), por medio de un cordón de soldadura con un proceso TIG (*Gas Inerte Tungsteno*) en tungsteno con protección de gas inerte, preferiblemente, en un rango de intensidad de corriente alterna de 40 a 200 A, teniendo en cuenta como material el aluminio y un espesor de chapa de 0.001 a 0.005 m, previa alineación y fijación de cada uno de los módulos de enfriamiento en relación a las dos láminas de alojamiento (10), como se muestra en la figura 3.

Una vez finalizado este proceso de soldadura, se realiza la interconexión de los módulos de refrigeración conformado cada uno por el ducto de depósito de bebidas (1), cilindro contenedor (3) y espiral (6) al ducto de inyección (4) y al ducto de succión (5). Tanto el ducto de inyección (4), como el ducto de succión (5) están conectados a una serie de perforaciones o agujeros (18) de los conos de distribución y succión (13D, 13S), que a su vez permite fijar las tuberías de distribución y succión (12d, 12s), destinadas para interconectar con cada módulo de enfriamiento. Las uniones se realizan siguiendo un proceso TIG en tungsteno con protección de gas inerte.

Las diferentes tuberías de descarga y succión (12d y 12s) pueden ser todos iguales en longitud, o diferentes, en el primer caso para compensar que uno esté más alejado del otro, se enrolla el tubo abarcando así la distancia que los separa como lo muestra la figura 2b.

Posteriormente, se instala una carcasa rectangular (11) que se desliza hasta cubrir el perímetro de la cámara frigorífica. La carcasa rectangular (11) cumple una función de hermeticidad del sistema de enfriamiento rápido de bebidas. A continuación, se inyecta poliuretano de alta densidad en los espacios vacíos existentes en el sistema de enfriamiento rápido de bebidas; permitiendo que el material se expanda y se seque hasta alcanzar compactación, con el propósito de ofrecer mayor rigidez al sistema, al mismo tiempo que se evitan pérdidas de temperatura por las paredes externas de los módulos de enfriamiento, como se revela en la figura 4. Finalmente, al sistema se conecta el compresor (7) y a la válvula de expansión (15) elementos que hacen parte de la Unidad Hermética Frigorífica (UHF), para garantizar la inyección y re circulación del gas de refrigeración de manera continua. Dentro de la Unidad Hermética Frigorífica (UHF), se dispone de un circuito de refrigeración que incluye un compresor (7) responsable de crear diferencia de presión en el circuito de refrigeración y hacer circular el gas refrigerante por el sistema, un condensador (14) responsable de rechazar el calor extraído del interior de los módulos de enfriamiento hacia el exterior del ambiente, una válvula de expansión (15) responsable de regular la diferencia de presión junto con el condensador (14), responsable de absorber el calor interno de la cámara frigorífica (17) y un filtro secador (16) responsable de retener todas las partículas de impurezas y de retener la humedad. La función del circuito de refrigeración, es retirar el calor del interior de la cámara frigorífica (17) a través del cambio de fluido de refrigerante en un estado gaseoso y alterando a un estado líquido.

11

Cuando la Unidad Hermética Frigorífica (UHF) está en operación, el fluido refrigerante es conducido por las tuberías de succión (12d), para luego ser comprimido por el compresor (7). Cuando el fluido refrigerante sale del compresor (7) dirigido hacia el ducto de inyección (4), el refrigerante sale comprimido en un estado vapor, con presiones y temperaturas elevadas, aumentando la presión de descarga y disminuyendo la presión de succión. El fluido refrigerante en forma de vapor, se distribuye por un tubo de descarga hacia el condensador (14), donde empieza la transferencia de calor del fluido refrigerante hacia el exterior, dirigido hacia el gas sobre calentado que está en el condensador (14), donde se enfría hasta llegar a una temperatura de condensación, promoviendo un cambio de estado de gaseoso a líquido.

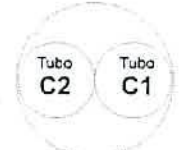
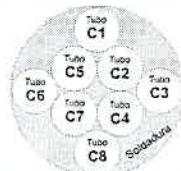
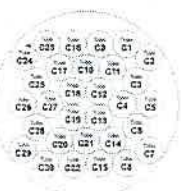
El gas refrigerante en un estado líquido sub enfriado pasa por el filtro secador (16) reteniendo la humedad residual del líquido refrigerante, para posteriormente ser dirigido hacia la válvula de expansión (15), ofreciendo resistencia al pasar el líquido a alta presión durante el proceso, bajando temperatura súbitamente.

El líquido en baja presión y temperatura entra en los módulos de enfriamiento para absorber el calor presente en un instante determinado; durante este proceso de absorción de calor, el fluido refrigerante líquido es evaporado, siendo posteriormente succionado por el compresor (7). El ciclo se adelanta continuamente y con la frecuencia que sea necesaria.

Es válido indicar que el gas frío viene de la válvula de expansión (15) por medio de un tubo de diámetro 0.00127 m (1/2 in) o línea de distribución (Ld) y llega a unos conos de distribución y succión (13D, 13S) también conocidos como copa reductora (CR) soldada a un tubo cilíndrico de 0.05m (5 cm) al cual llegan tuberías de distribución (12d), cuya cantidad es variable en función de la escala: hogar, comercial o industrial (2, 8 o 30 módulos de enfriamiento de 0.00476 m (3/16 in) de diámetro). Estos tubos de distribución (12d) se disponen preferiblemente con la misma longitud para garantizar que el gas recorra la misma distancia y llegue a cada módulo. En el tubo cilíndrico se sueldan los tubos de distribución (12d) que salen y entran en los módulos de enfriamiento (M), dispuestos en cantidad y orden específico de acuerdo al sistema que se quiera ensamblar (escala), como se aprecia en la tabla 1.

De acuerdo a la necesidad y número de latas a enfriar se realizaron diferentes versiones en tamaño, estas son presentadas en la tabla 1, aquí se destaca la distribución y organización de cada tubo de distribución (12d) que llega a los módulos de enfriamiento, con una nomenclatura de identificación tal como por ejemplo "Tubo C1" y "Tubo C2" descrito en la *escala hogar*, los cuales llegan a los módulos de enfriamiento 1 y 2. Cada tubo de distribución (12d), se encuentra fijo a los conos de distribución y succión (13D, 13S). La enumeración tal y como se presenta (figura 6), se mantiene para efectos de instalación y mantenimiento según la escala de cada sistema de enfriamiento (hogar, comercial e industrial).

Tabla 1. Versiones del sistema de enfriamiento rápido de bebidas

Escala	Bebidas a enfriar	Cantidad de Módulos de enfriamiento	Figura demostrativa (Extremo opuesto conos de distribución y succión (13D, 13S))
Hogar	4	2	
Comercial	24	8	
Industrial	120	30	

La forma de conectar cada módulo de enfriamiento se aprecia en la figura 1, tanto para la distribución como succión del gas refrigerante, pasando a través de las tuberías de distribución (12d, 12s), destacando la conexión con los conos de distribución y succión (13D, 13S).

Por cada módulo de enfriamiento y para cada una de las tres configuraciones posibles (hogar, comercial e industrial) se dispone de igual número de tubos de distribución (12), en la entrada y en la salida de gas refrigerante. La diferencia radica en que el diámetro de los tubos de distribución (12d) que se conectan a la entrada de cada módulo (inyección) de enfriamiento es de 0.00476 m (3/16 in) de diámetro y los tubos de succión (12) tienen un diámetro de 0.0063 m (1/4 in).

Rangos de Presión.

Los siguientes rangos de presión fueron medidos en la ciudad de Sogamoso – Boyacá, a una altura de 2.569 m. s. n. m., y una temperatura ambiente de 291,15K.

Tabla 2. Valores de presión y temperatura medidos.

TIEMPO (min)	Kg/cm ³	Presión (Pa)	Temperatura (K)
0	3.5	344.738	268,15
5	2.7	275.790	260,15
10	2.1	206.843	254,15
15	1.1.	137.895	248,15

NOTA: Cuando el temporizador indica 15 min de trabajo (compresor (7) encendido), se obtienen los valores descritos en la tabla 1.

Una vez se descarga y carga el sistema, inmediatamente la presión y la temperatura suben a 275.790 Pa y 260,15 K, respectivamente, representando el primer ciclo de enfriamiento; en ese momento las cámaras frigoríficas están frías.

Demostrando los beneficios alcanzados en un módulo de enfriamiento, se procedió al diseño de un sistema que permitiera contener en disposición vertical hasta tres recipientes con bebida, ubicadas una sobre otra. Cada módulo de enfriamiento se conectó en paralelo con otros módulos de enfriamiento hasta completar un total de 8 módulos de enfriamiento, permitiendo la fabricación de un equipo que enfría un total de veinticuatro (24) bebidas en lata de manera simultánea. Al realizar la prueba de enfriamiento simultáneo, los resultados evidenciaron un enfriamiento equilibrado de las 24 latas, alcanzando simultáneamente para todas las bebidas una temperatura de 277,15 K, en 15 minutos.

Posteriormente, aplicando los mismos principios y conexiones en paralelo, se incrementó el número de módulos de enfriamiento, buscando una escala industrial, a través del diseño de un dispositivo con capacidad para enfriar hasta 120 unidades de manera simultánea, en donde el enfriamiento de las bebidas se realizó en 15 minutos, pasando de una temperatura inicial de 289.15 K a una temperatura final en las bebidas de 277.15 K.

En todas las pruebas adelantadas se utilizaron los siguientes elementos para controlar y establecer el comportamiento de variables de presión y temperatura a lo largo de cada ciclo de enfriamiento: nanómetros, válvulas de expansión, válvulas solenoides, visor de líquidos, contactores, termostatos, presostatos, gas refrigerante, termómetros digitales.

Por otra parte, se presenta un método para la fabricación y ensamble del sistema de enfriamiento rápido de bebidas que se compone de las siguientes etapas:

Etapa a. Suministrar o fabricar el ducto de depósito de bebidas (1).

Etapa b. Suministrar o fabricar la espiral (6). preferiblemente en aluminio;

Etapa c. Ensamblar con soldadura la espiral (6) al ducto de depósito de bebidas (1): unir por medio de soldadura rodeando el perímetro exterior del ducto de depósito de bebidas (1) hasta conseguir un envolvimiento de la superficie de dicho ducto de depósito de bebidas (1)

Etapa d. Fabricar el cilindro contenedor (3).

Etapa e. Ensamblar el cilindro contenedor (3) a la espiral (6) y al ducto depósito de bebidas (1).

Etapa f. Fabricar la arandela superior (8) y la arandela inferior (9).

Etapa g. Ensamblar las arandelas (8,9) al ducto depósito de bebidas (1), la espiral (6) y al cilindro contenedor (3).

Etapa h. Fabricar el ducto de inyección (4) y el ducto de succión (5).

Etapa i. Ensamblar el ducto de inyección (4) y el ducto de succión (5) a la espiral (6).

Etapa j. Someter el conjunto unido a una prueba hidrostática hasta alcanzar una presión máxima de $1,72 \times 10^6$ Pa.

Etapa k. Estampar el módulo de enfriamiento con logo para constatar que no existen fugas detectadas.

Etapa l. Fabricar dos láminas de alojamiento (10), según la capacidad requerida.

Etapa m. Ensamblar las láminas de alojamiento (10) a las arandelas (8,9) de cada módulo de refrigeración por medio de TIG Tungsteno con protección de gas inerte.

Etapa n. Conectar los módulos de enfriamiento mediante un circuito en paralelo al ducto de inyección (4) y al ducto de succión (5), por medio de conos de distribución y succión (13D, 13S) y fijando las tuberías de distribución (12), según la capacidad requerida.

Etapa o. Instalar la carcasa rectangular (11) para hermetizar el sistema.

Etapa p. Inyectar poliuretano de alta densidad para rigidizar el sistema.

Etapa q. Conectar la cámara de frigorífica (17) a la Unidad Hermética Frigorífica (UHF).

Etapa r. Instalar tapas inferior y superior para preservar la contención de las bebidas a enfriar.

Etapa s. Iniciar y mantener el circuito de refrigeración, desplazando el gas refrigerante por el compresor (7), condensador (14), filtro secador (16), válvula de expansión (15), cámara frigorífica (17) y nuevamente al compresor (7), los ciclos que sean necesarios.