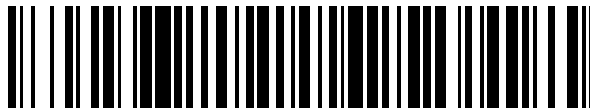


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 264**

51 Int. Cl.:

**F25B 49/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2014 PCT/US2014/055634**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15039022**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2014 E 14777987 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 3047219**

54 Título: **Sistemas caloportadores mejorados para enfriar cámaras y superficies**

30 Prioridad:

**16.09.2013 US 201361878156 P**  
**21.07.2014 US 201462027071 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.08.2017**

73 Titular/es:

**PHONONIC DEVICES, INC. (100.0%)**  
**800 Capitola Drive Suite 7**  
**Durham, North Carolina 27713, US**

72 Inventor/es:

**EDWARDS, JESSE W. y**  
**MCCAIN, PAUL BRIAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 629 264 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

Sistemas caloportadores mejorados para enfriar cámaras y superficies.

5 **Campo técnico de la divulgación**

Esta divulgación se refiere en general a los sistemas de enfriamiento para eliminar y disipar calor de cámaras y/o superficies, incluyendo sistemas de enfriamiento y sistemas de refrigeración que utilizan unos elementos de enfriamiento termoeléctrico.

10

**Antecedentes**

El proceso de refrigeración conlleva el movimiento de calor de una cámara o superficie a enfriar, y la evacuación de ese calor a una temperatura superior a un compartimento ambiental (por ejemplo, el aire). Los sistemas de enfriamiento basados en la compresión de vapor tienen un alto coeficiente de rendimiento (COP), y se usan comúnmente para enfriar cámaras y superficies. Los sistemas convencionales de refrigeración basados en la compresión de vapor utilizan un control de ciclos de trabajo regulado termostáticamente. Típicamente, dichos sistemas no son lo suficiente dinámicos para satisfacer la demanda tanto en estado estacionario como transitoria (tal como durante el descenso o la recuperación de temperatura), y, por lo tanto, incluyen capacidades de enfriamiento en exceso que superan en mucho la demanda de extracción de calor que se requiere durante el funcionamiento en estado estacionario. Una capacidad de enfriamiento en exceso permite un rendimiento mejorado del descenso de temperatura, pero, debido a la naturaleza de su control, de los límites termodinámicos, y de las demandas en las prestaciones de los productos, los sistemas convencionales por compresión de vapor presentan una eficiencia inferior a la óptima. Además, una capacidad de enfriamiento en exceso conlleva sobrecorrientes elevadas durante el arranque, y requiere componentes eléctricos más caros.

Las eficiencias subóptimas de los sistemas de refrigeración basados en la compresión de vapor están relacionadas con el deseo de que dichos sistemas controlen de manera precisa la temperatura dentro de una cámara frigorífica. Típicamente, cuando una temperatura dentro de una cámara frigorífica supera un valor especificado, se activa un sistema de refrigeración basado en la compresión de vapor, y el mismo continúa funcionando hasta que la temperatura en la cámara frigorífica se sitúa por debajo del valor especificado – momento en el cual se apaga el sistema basado en la compresión de vapor. Típicamente, este tipo de esquema de control presenta una banda de control relativamente grande y una estratificación de temperaturas internas relativamente amplia con el fin de buscar la reducción al mínimo del consumo de energía y permitir un funcionamiento en condiciones ambientales variadas. Un esquema de control del tipo mencionado se utiliza la mayoría de veces debido a que el estrangulamiento o variación de la capacidad resulta difícil y costoso de implementar con el ciclo de compresión de vapor, y el estrangulamiento o variación de la capacidad proporciona una eficacia limitada en la medida en la que la eficiencia volumétrica se reduce.

Además, los sistemas basados en compresión de vapor utilizan frecuentemente refrigerantes basados en clorofluorocarbonos (CFC); no obstante, el uso de refrigerantes basados en CFC plantea una amenaza medioambiental puesto que la liberación de dichos compuestos puede conducir a un agotamiento de la capa de ozono de la tierra.

Los sistemas de enfriamiento termoeléctrico representan una alternativa a los sistemas de compresión de vapor respetuosa con el medioambiente, puesto que no requieren refrigerantes basados en CFC. Los refrigeradores termoeléctricos (conocidos también como bombas de calor termoeléctricas) producen una diferencia de temperatura entre sus superficies, como respuesta a la aplicación de una corriente eléctrica. Se puede aceptar calor de una superficie o cámara a enfriar, y el mismo se puede transportar (por ejemplo, por medio de una serie de tubos transportadores) a un sumidero de calor de evacuación para su disipación a un compartimento ambiental, tal como el aire. Los sistemas de enfriamiento termoeléctrico pueden incluir subsistemas pasivos de evacuación de calor, tales como termosifones o tubos de calor, que evitan la necesidad de un transporte forzado de refrigerante presurizado a través de un sumidero de calor de evacuación. Como pasa con todos los sistemas de refrigeración, cuanto menor sea la diferencia de temperatura a través de una bomba de calor termoeléctrica, más eficiente será la bomba de calor en el transporte del mismo. No obstante, a pesar de los beneficios medioambientales de los sistemas de enfriamiento termoeléctricos, dichos sistemas presentan valores de COP que son típicamente inferiores a la mitad de los correspondientes de los sistemas de compresión de vapor. La mejora de los COP de sistemas de enfriamiento termoeléctrico y la habilitación de su uso sobre una gama amplia de condiciones de temperatura ambiental resultarían beneficiosas para fomentar el incremento en la adopción de dichos sistemas.

60

Los documentos US 2007/012055 y US 5918474 divulgan un sistema caloportador de acuerdo con la parte precaracterizadora de la reivindicación 1.

**Sumario**

5 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema caloportador caracterizado de acuerdo con la reivindicación 1. En un segundo aspecto, se proporciona un método de control de un sistema caloportador caracterizado según la reivindicación 11.

10 Formas de realización de la presente divulgación se refieren a sistemas caloportadores (incluyendo sistemas de enfriamiento termoeléctrico) que permiten una eficiencia más elevada y/o un uso sobre una gama mayor de condiciones de temperatura ambiental, tales que pueden resultar útiles para enfriar cámaras y/o superficies.

15 En ciertas formas de realización de acuerdo con la presente divulgación, se utiliza por lo menos una unidad de convección forzada con un sistema caloportador pasivo (por ejemplo, usando un termosifón o tubo de calor) con el fin de mantener una temperatura de consigna o un intervalo de temperaturas de consigna de una cámara o superficie, haciéndose funcionar dicha por lo menos una unidad de convección forzada durante periodos de una alta carga calefactora (por ejemplo, condiciones transitorias) y/o condiciones de evacuación a altas temperaturas, aunque no se hace funcionar durante condiciones normales (por ejemplo, estado estacionario) cuando el transporte pasivo de calor puede resultar suficiente para que el mismo sea aceptado desde la superficie o cámara a enfriar, y/o para que el mismo sea evacuado a un entorno ambiental. Dicha por lo menos una unidad de convección forzada se hace funcionar selectivamente para mejorar o potenciar el transporte convectivo de calor, con respecto a por lo menos un intercambiador de calor en comunicación térmica con un fluido caloportador. Por lo menos una unidad de convección forzada se puede disponer próxima a por lo menos un intercambiador de calor en el lado de entrada y/o en el lado de evacuación de un sistema caloportador. Un controlador recibe datos de temperatura indicativos de por lo menos una de (i) temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) temperatura de una cámara o superficie a enfriar. El controlador activa por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados: la temperatura de la cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas en estado estacionario que incluye la temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna, y/o la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental. El controlador desactiva por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados: la temperatura de la cámara o superficie está dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y/o la temperatura de un entorno ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental.

35 En ciertas formas de realización, cualesquiera de los aspectos o características que se divulgan en la presente memoria se pueden combinar para obtener una ventaja adicional. Cualesquiera de las diversas características y elementos que se divulgan en la presente memoria se pueden combinar con otra u otras características y elementos divulgados a no ser que se indique lo contrario en la presente.

40 Los expertos en la materia apreciarán el alcance de la presente divulgación y percibirán aspectos adicionales de la misma después de leer la siguiente descripción detallada de las formas de realización preferidas, en asociación con las figuras de los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de las figuras de los dibujos**

45 Las figuras de los dibujos adjuntos que se incorporan a esta memoria y que forman parte de la misma, ilustran varios aspectos de la divulgación, y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la divulgación.

50 La Figura 1 es una gráfica lineal que ilustra la capacidad de enfriamiento (Q) y la eficiencia de enfriamiento (COP) de un Refrigerador Termoeléctrico (TEC) en función de la corriente de entrada al TEC.

La Figura 2 ilustra un cartucho termoeléctrico que incluye múltiples TEC dispuestos en una placa de interconexión que permite el control selectivo de diferentes subconjuntos de los TEC.

55 La Figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un sistema de refrigeración termoeléctrica que incluye una cámara frigorífica, un intercambiador de calor que incluye un cartucho (tal como el cartucho de la Figura 2) que incluye múltiples TEC dispuestos entre un sumidero de calor del lado frío y un sumidero de calor del lado caliente, y un controlador que controla los TEC para mantener una temperatura de consigna dentro de la cámara frigorífica.

60 La Figura 4 es una vista en perspectiva de por lo menos una parte de un sistema caloportador que incluye una unidad de convección forzada accionable selectivamente y dispuesta para mejorar el enfriamiento de un intercambiador de calor en comunicación térmica con un bucle contenedor de fluido, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

65

La Figura 5 es una vista en perspectiva de por lo menos una parte de un sistema caloportador que incluye una unidad de convección forzada accionable selectivamente y dispuesta para mejorar el enfriamiento de un sumidero de calor con aletas y que contiene fluido, en comunicación térmica con un intercambiador de calor, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

5

La Figura 6 es una vista esquemática superior en planta de un sistema termoeléctrico de enfriamiento o refrigeración que incluye una cámara frigorífica, una primera unidad de convección forzada dispuesta para mejorar el transporte de calor hacia un sumidero de calor del lado frío dentro de la cámara frigorífica, un conjunto de intercambio de calor termoeléctrico que incorpora TEC, y una segunda unidad de convección forzada para mejorar la disipación de calor desde un sumidero de calor del lado caliente, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

10

La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra interconexiones entre componentes de alimentación, de detección, de control y de interfaz de usuario de un sistema termoeléctrico de enfriamiento o refrigeración, tal como el sistema de la Figura 6, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

15

La Figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra modos de funcionamiento del controlador del sistema de enfriamiento termoeléctrico representado en la Figura 7.

20

La Figura 9 es un gráfico de barras que ilustra condiciones en las que un sistema de enfriamiento termoeléctrico se puede hacer funcionar en un modo asistido por ventiladores (con convección forzada) y en un modo pasivo (sin convección forzada).

25

La Figura 10 es una vista frontal en alzado de un primer y un segundo dispositivos caloportadores independientes, que incluyen, cada uno de ellos, un sumidero de calor, un panel de intercambio de calor, y un conducto caloportador, adecuados para usarse con un primer y un segundo TEC de un sistema termoeléctrico de enfriamiento y refrigeración, y que proporciona una base para comparar el aparato caloportador que incluye sumideros de calor conectados con conductos cruzados de intercambio de calor de acuerdo con las Figuras 11-12.

30

La Figura 11 es una vista frontal en alzado de un aparato caloportador que incluye un primer y un segundo sumideros de calor conectados, con conductos cruzados de intercambio de calor y paneles de intercambio de calor, adecuados para su uso con un primer y un segundo TEC (o bombas de calor termoeléctricas) de un sistema termoeléctrico de enfriamiento o refrigeración según una forma de realización de la presente divulgación.

35

La Figura 12 es una vista en perspectiva del aparato caloportador de la Figura 11.

40

La Figura 13 es una vista en perspectiva de conductos de fluido y de un panel de intercambio de calor de un aparato aceptador de calor de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación y adecuado para su uso con una unidad de refrigerador termoeléctrico según se representa en las Figuras 15-17.

45

La Figura 14 es una vista en perspectiva que muestra elementos internos del bloque de intercambio de calor del aparato aceptador de calor de la Figura 13.

50

La Figura 15 es una vista de conjunto en perspectiva, de una unidad de refrigeración termoeléctrica, un primer y un segundo sumideros de calor del lado caliente con conductos cruzados de intercambio de calor, ventiladores de refrigeración, y una tapa dispuesta para encajar sobre los sumideros de calor y los ventiladores de refrigeración de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación.

55

La Figura 16 es una vista en perspectiva de la unidad de refrigeración termoeléctrica ensamblada y que se representa en la Figura 15.

### Descripción detallada

60

Las formas de realización que se exponen a continuación representan la información necesaria para permitir que aquellos versados en la materia lleven a la práctica las formas de realización, e ilustran el modo óptimo de materializar las mismas. Tras la lectura de la siguiente descripción teniendo en cuenta las figuras de los dibujos adjuntos, aquellos versados en la materia entenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán aplicaciones de estos conceptos no consideradas particularmente en la presente. Debe entenderse que estos conceptos y aplicaciones se sitúan dentro del alcance de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas.

65

Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etcétera, se pueden usar en la presente para describir varios elementos, estos elementos no deben quedar limitados por dichos términos. Los términos mencionados se usan solamente para diferenciar un elemento con respecto a otro. Por ejemplo, un primer elemento se podría denominar segundo elemento, y, de manera similar, un segundo elemento se podría denominar primer elemento,

65

sin desviarse con respecto al alcance de la presente divulgación. Tal como se usa en la presente, el término “y/o” incluye toda y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

La terminología usada en la presente tiene la finalidad de describir únicamente formas de realización particulares, y no pretende limitar la divulgación. Tal como se usan en el presente documento, las formas de singular “un”, “una”, y “el/la” están destinadas a incluir también las formas del plural, a no ser que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que las expresiones “comprende”, “comprendiendo”, “incluye”, y/o “incluyendo”, cuando se usa en el presente documento, especifican la presencia de características, etapas, operaciones, elementos y/o componentes mencionados, pero no excluyen la presencia o adición de otra u otras características, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

A no ser que se defina de otra manera, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) que se usan en la presente tienen el mismo significado que el entendido comúnmente por aquellos con conocimientos habituales en la técnica a la que pertenece esta divulgación. Se entenderá además que los términos usados en la presente deben interpretarse como poseedores de un significado que es congruente con su significado en el contexto de esta memoria y de la técnica pertinente, y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal a no ser que se defina así de manera expresa en el presente documento.

Con el fin de aportar contexto y ayudar a entender la divulgación, puede resultar beneficiosa una breve descripción sobre la capacidad y la eficiencia de enfriamiento con respecto a la corriente de entrada que se suministra a un TEC (al cual se le puede denominar también bomba de calor termoeléctrica). La Figura 1 es una gráfica lineal que ilustra la capacidad de enfriamiento (Q) y la eficiencia de enfriamiento (representada por medio de un Coeficiente de Rendimiento (COP)) de un TEC, con respecto a una corriente de entrada suministrada al TEC. Cuando la corriente de entrada (I) del TEC aumenta, se incrementa también la capacidad de enfriamiento del TEC. El punto de la curva de la capacidad de enfriamiento (Q) que representa cuándo el TEC está eliminando una cantidad máxima de calor se indica como  $Q_{max}$ . Así, cuando el TEC está funcionando en  $Q_{max}$ , el TEC está eliminando la cantidad más alta posible de calor. El TEC funciona en  $Q_{max}$  cuando se proporciona al mismo una corriente máxima correspondiente  $I_{max}$ . La Figura 1 ilustra también el COP del TEC en función de la corriente de entrada (I). Para aplicaciones de enfriamiento, el COP de un TEC es una relación de calor eliminado con respecto a una cantidad de trabajo (energía) introducido en el TEC para eliminar el calor. La cantidad de calor, o capacidad, (Q) en la cual el COP del TEC aumenta al máximo se indica como  $Q_{COPmax}$ . El TEC funciona en  $Q_{COPmax}$  cuando se proporciona una corriente  $I_{COPmax}$  al TEC. Así, la eficiencia (o COP) del TEC aumenta al máximo cuando se proporciona la corriente  $I_{COPmax}$  al TEC, de tal manera que el TEC funciona en  $Q_{COPmax}$ .

Tal como se describe posteriormente de forma detallada, en formas de realización preferidas, un controlador está dispuesto para controlar TEC (por ejemplo, dentro de uno o más cartuchos), de tal manera que durante el funcionamiento en estado estacionario, uno o más de los TEC se activan y se hacen funcionar en  $Q_{COPmax}$ , y los TEC restantes se desactivan para aumentar al máximo la eficiencia. El número de TEC activados, y, a la inversa, el número de TEC desactivados, viene dictaminado por la demanda. A la inversa, durante una condición transitoria, tal como un descenso o recuperación, uno o más (y posiblemente todos) de los TEC se activan y se hacen funcionar de acuerdo con un perfil de rendimiento deseado. Un ejemplo de un perfil de rendimiento deseado implica la activación y el funcionamiento de todos los TEC presentes a  $Q_{max}$ , con el fin de minimizar el tiempo de descenso o recuperación. No obstante, otro perfil de rendimiento deseado puede proporcionar alternativamente un compromiso entre el tiempo de descenso o recuperación y la eficiencia donde, por ejemplo, todos los TEC presentes se activan y se hacen funcionar en un punto entre  $Q_{COPmax}$  y  $Q_{max}$ . Debe reconocerse que el control de los TEC no se limita a los anteriores ejemplos ilustrativos.

En ciertas formas de realización, el controlador 106 incluye un procesador de hardware y memoria asociada, la cual por ejemplo puede estar dispuesta para almacenar instrucciones que permiten que el procesador de hardware lleve a cabo varias operaciones de control según se describe en la presente.

Tal como se ha indicado anteriormente, la Figura 1 ilustra la capacidad de enfriamiento y la eficiencia de enfriamiento de un TEC individual. El incremento del número de TEC hace que aumente linealmente la capacidad de eliminación de calor sin afectar al COP de funcionamiento de un sistema de enfriamiento (por ejemplo, refrigeración) termoeléctrico que utilice múltiples TEC. Así, si un sistema de enfriamiento termoeléctrico incluye cuatro TEC, entonces la capacidad de eliminación de calor del sistema de enfriamiento termoeléctrico se incrementaría cuatro veces en comparación con una forma de realización de un sistema de enfriamiento termoeléctrico que incluya un único TEC, al mismo tiempo que permitiendo al sistema completo, en algunas formas de realización preferidas, funcionar en cualquiera de diversos estados entre desactivado (donde la corriente de entrada = 0),  $Q_{COPmax}$  (donde la corriente de entrada =  $I_{COPmax}$ ), y  $Q_{max}$  (donde la corriente de entrada =  $I_{max}$ ).

Antes de describir detalles y el funcionamiento de un sistema de enfriamiento termoeléctrico, resulta beneficioso describir un cartucho de múltiples TEC que permite un control independiente y selectivo de los TEC. En la Figura 2 se ilustra un cartucho de múltiples TEC 112 representativo. El cartucho 112 utiliza múltiples TEC 120a a 120f. El uso de múltiples TEC de menor capacidad resulta beneficioso con respecto al uso de un único TEC de gran

capacidad, ya que múltiples TEC se pueden controlar por separado para proporcionar el rendimiento deseado bajo condiciones cambiantes. Por contraposición, un único TEC sobredimensionado y diseñado para proporcionar una capacidad deseada máxima con vistas al descenso o la recuperación de temperatura, no proporcionaría la flexibilidad de hacer trabajar uno o más TEC con un valor de eficiencia máximo ( $Q_{COPmax}$ ) o cerca del mismo. En otras palabras, un TEC sobredimensionado y diseñado para funcionar eficientemente a capacidad máxima no podría funcionar eficientemente con una baja capacidad, mientras que uno o más múltiples TEC más pequeños pueden ser activados por un controlador y se pueden hacer funcionar con un valor de eficiencia máximo (o cerca de este último), sobre una amplia gama de condiciones de funcionamiento incluyendo las condiciones en estado estacionario. A cualquiera o cualesquiera de los TEC 120a a 120f o al cartucho completo 112 que incorpora los TEC 120a-120b, se les puede hacer referencia como bomba de calor termoeléctrica.

El cartucho 112 ilustrado en la Figura 2 es meramente un ejemplo de un cartucho de múltiples TEC que permite un control independiente y selectivo de diferentes subconjuntos de TEC de acuerdo con un esquema de control deseado. En general, un cartucho de múltiples TEC se puede configurar para contener un número cualquiera de TEC, y para permitir el control independiente de un número cualquiera de subconjuntos de los TEC, incluyendo cada subconjunto en general uno o más TEC. Además, diferentes subconjuntos pueden incluir un número igual o números diferentes de TEC. En la publicación de la solicitud de patente U. S. n.º 2013/0291555 A1, titulada THERMOELECTRIC REFRIGERATION SYSTEM CONTROL SCHEME FOR HIGH EFFICIENCY PERFORMANCE, se divulgan detalles adicionales en relación con cartuchos de múltiples TEC.

Tal como se ilustra en la Figura 2, el cartucho 112 incluye TEC 120a a 120f (a los que se hace referencia de forma más general en la presente como TEC 120 en conjunto, e individualmente como TEC 120) dispuestos en una placa de interconexión 122. Los TEC 120 son dispositivos de película delgada. En la patente U.S. n.º 8.216.871, titulada METHOD FOR THIN FILM THERMOELECTRIC MODULE FABRICATION, se divulgan algunos ejemplos no limitativos de TEC de película delgada. La placa de interconexión 122 incluye pistas eléctricamente conductoras 124a a 124d (a las que se hace referencia de manera más general en la presente como pistas 124 en conjunto, e individualmente como pistas 124) que definen cuatro subconjuntos de TEC 120a a 120f. En particular, los TEC 120a-120b están conectados eléctricamente en serie entre sí, por medio de la pista 124a, y forman un primer subconjunto de los TEC 120. De manera similar, los TEC 120c-120d están conectados eléctricamente en serie entre sí, por medio de la pista 124b, y forman un segundo subconjunto de los TEC 120. El TEC 120e está conectado a la pista 124d y forma un tercer subconjunto de los TEC 120, mientras que el TEC 120f está conectado a la pista 124c y forma un cuarto subconjunto de los TEC 120. Un controlador tal como el que se describe en la presente puede controlar de manera selectiva el primer subconjunto de TEC 120 (es decir, los TEC 120a y 120b) controlando una corriente aplicada a la pista 124a, puede controlar selectivamente el segundo subconjunto de TEC 120 (es decir, los TEC 120c y 120d) controlando una corriente aplicada a la pista 124b, puede controlar selectivamente el tercer subconjunto de TEC 120 (es decir, el TEC 120e) controlando una corriente aplicada a la pista 124d, y puede controlar selectivamente el cuarto subconjunto de TEC 120 (es decir, el TEC 120f) controlando una corriente aplicada a la pista 124c. Así, usando los TEC 120a y 120b como ejemplo, un controlador puede activar/desactivar selectivamente los TEC 120a y 120b, o bien quitando corriente de la pista 124a (desactivación) o bien aplicando una corriente a la pista 124a (activación), puede aumentar o reducir selectivamente la corriente aplicada a la pista 124a mientras los TEC 120a y 120b están activados, y/o puede controlar la corriente aplicada a la pista 124a de tal manera que controle un ciclo de trabajo de los TEC 120a y 120b tras la activación (por ejemplo, mediante modulación por anchura de impulsos de la corriente).

La placa de interconexión 122 incluye aberturas 126a y 126b (a las que se hace referencia en la presente de manera más general como aberturas 126 en conjunto, e individualmente como abertura 126) que dejan al descubierto superficies inferiores de los TEC 120a a 120f. Cuando el cartucho 112 se dispone entre un intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) y un intercambiador de calor del lado frío (entrada) (tal como se muestra en la Figura 3), las aberturas 126a y 126b permiten que las superficies de los TEC 120a a 120f se acoplen térmicamente al intercambiador de calor apropiado.

De acuerdo con formas de realización de la presente divulgación, durante el funcionamiento, un controlador según se describe en la presente puede activar o desactivar selectivamente cualquier combinación de los subconjuntos de los TEC 120, aplicando o quitando corriente de las pistas correspondientes 124a a 124d. Además, un controlador puede controlar puntos de funcionamiento de TEC activos 120 controlando la cantidad (o el ciclo de trabajo) de corriente proporcionada a las pistas correspondientes 124a a 124d. Por ejemplo, si solamente el primer subconjunto de los TEC 120 se va a activar y se a hacer funcionar a  $Q_{COPmax}$  durante un funcionamiento en estado funcionario, entonces un controlador puede proporcionar corriente a un valor de  $I_{COPmax}$  a la pista 124a, para activar así los TEC 120a y 120b, y hacer funcionar los TEC 120a y 120b a  $Q_{COPmax}$ , al mismo tiempo que se quita corriente de las otras pistas 124b a 124d para desactivar así los otros TEC 120c a 120f.

La Figura 3 ilustra un sistema de refrigeración termoeléctrica 100 para ayudar a entender formas de realización de la divulgación. Tal como se ilustra, el sistema de refrigeración termoeléctrica 100 incluye una cámara frigorífica 102, un intercambiador de calor 104, y un controlador 106 que controla el enfriamiento dentro de la

cámara frigorífica 102. El intercambiador de calor 104 incluye un elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente, un elemento de intercambio de calor 110 del lado frío, y un cartucho 112 que incluye múltiples TEC (los cuales se pueden corresponder con el cartucho 112 y los TEC 120 ilustrados en la FIG. 2), en donde cada TEC tiene un lado frío que está acoplado térmicamente al elemento de intercambio de calor 110 del lado frío (entrada), y un lado caliente que está acoplado térmicamente al elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente (evacuación). Preferentemente, dichos TEC son dispositivos de película delgada. Cuando uno o más TEC son activados por el controlador 106, el(los) TEC(s) activado(s) funcionan para calentar el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente y enfriar el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío, facilitando así la transferencia de calor con el fin de extraer el mismo de la cámara frigorífica 102. Más específicamente, cuando se activan uno o más de los TEC, el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente se calienta para crear así un evaporador, y el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío se enfría para crear de este modo un condensador.

Actuando como un condensador, el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío facilita la extracción de calor de la cámara frigorífica 102 por medio de un bucle de entrada 114 acoplado al elemento de intercambio de calor 110 del lado frío. El bucle de entrada 114 está acoplado térmicamente a una pared interior 115 del sistema de refrigeración termoeléctrica 100. La pared interior 115 define la cámara frigorífica 102. En una forma de realización, el bucle de entrada 114 o bien está integrado en la pared interior 115 o bien está integrado directamente sobre la superficie de la pared interior 115. El bucle de entrada 114 está formado por cualquier tipo de canalización que permita que un medio de enfriamiento (por ejemplo, un refrigerante de dos fases) fluya o pase a través del bucle de entrada 114. Debido al acoplamiento térmico del bucle de entrada 114 y la pared interior 115, el medio de enfriamiento extrae calor de la cámara frigorífica 102 cuando el medio refrigerante fluye a través del bucle de entrada 114. El bucle de entrada 114 se puede formar, por ejemplo, con tubos de cobre, tubos de plástico, tubos de acero inoxidable, tubos de aluminio, o similares.

El condensador formado por el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío y el bucle de entrada 114 funciona de acuerdo con cualquier técnica adecuada de intercambio de calor. En una forma de realización preferida, el bucle de entrada 114 funciona de acuerdo con fundamentos de los termosifones (es decir, actúa como un termosifón), de tal manera que el medio de enfriamiento se desplaza desde el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío a través del bucle de entrada 114, y de vuelta al elemento de intercambio de calor 110 del lado frío para enfriar así la cámara frigorífica 102 usando el transporte pasivo de calor, de dos fases. (Como alternativa, el bucle de entrada 114 se puede sustituir por un tubo de calor que incluya un medio de absorción capilar mediante el cual fuerzas capilares del elemento de absorción capilar garanticen el retorno de líquido desde el extremo caliente al frío, por oposición a un termosifón el cual es accionado por gravedad sin necesidad de ningún medio de absorción capilar). En particular, el intercambio pasivo de calor se produce a través de convección natural entre el medio de enfriamiento en el bucle de entrada 114 y la cámara frigorífica 102. En una forma de realización, el medio de enfriamiento está en forma líquida cuando el mismo entra en contacto térmico con la cámara frigorífica 102. Específicamente, se produce un intercambio pasivo de calor entre el entorno en la cámara frigorífica 102 y el medio de enfriamiento dentro del bucle de entrada 114, de tal manera que la temperatura en la cámara frigorífica 102 se reduce y la temperatura del medio de enfriamiento aumenta y/o experimenta un cambio de fase. Cuando la temperatura del medio de enfriamiento aumenta, la densidad del mismo se reduce, por ejemplo a través de evaporación. Como consecuencia, el medio de enfriamiento se mueve en una dirección ascendente a través de fuerzas de flotación en el bucle de entrada 114, hacia el intercambiador de calor 104, y específicamente hacia el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío. El medio de enfriamiento entra en contacto térmico con el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío, donde se produce un intercambio de calor entre el medio de enfriamiento y el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío. Cuando se produce un intercambio de calor entre el medio de enfriamiento y el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío, el medio de enfriamiento se condensa y fluye nuevamente a través del bucle de entrada 114, por la gravedad, con el fin de extraer calor adicional de la cámara frigorífica 102. Así, en algunas formas de realización, el bucle de entrada 114 funciona como un evaporador cuando se enfría la cámara frigorífica 102.

Tal como se ha indicado anteriormente, el intercambiador de calor 104 incluye el cartucho 112 dispuesto entre el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente y el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío. Los TEC del cartucho 112 presentan lados calientes (es decir, lados que están calientes durante el funcionamiento de los TEC) que están acoplados térmicamente al elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente, y lados fríos (es decir, lados que están fríos durante el funcionamiento de los TEC) que están acoplados térmicamente al elemento de intercambio de calor 110 del lado frío. Los TEC dentro del cartucho 112 facilitan eficazmente la transferencia de calor entre el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío y el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente. Más específicamente, cuando se produce una transferencia de calor entre el medio de enfriamiento en el bucle de entrada 114 y el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío, los TEC activos transfieren calor entre el elemento de intercambio de calor 110 del lado frío y el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente.

Actuando como evaporador, el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente facilita la evacuación de calor hacia un entorno externo a la cámara frigorífica 102 por medio de un bucle de evacuación 116 acoplado al

elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente. El bucle de evacuación 116 está acoplado térmicamente a una pared exterior 118, o camisa exterior, del sistema de refrigeración termoeléctrica 100. La pared exterior 118 se encuentra en contacto térmico directo con el entorno externo a la cámara frigorífica 102. Además, la pared exterior 118 está aislada térmicamente con respecto al bucle de entrada 114 y a la pared interior 115 (y, por tanto, la cámara frigorífica 102), por ejemplo, mediante un aislamiento apropiado. En una forma de realización, el bucle de evacuación 116 está integrado en la pared exterior 118 o está integrado sobre la superficie de la pared exterior 118. El bucle de evacuación 116 está formado con cualquier tipo de canalización que permita que un medio de transferencia de calor (por ejemplo, un refrigerante de dos fases) fluya o pase a través del bucle de evacuación 116. Debido al acoplamiento térmico del bucle de evacuación 116 y el entorno externo, el medio de transferencia de calor evacúa calor hacia el entorno externo, cuando dicho medio de transferencia de calor fluye a través del bucle de evacuación 116. El bucle de evacuación 116 se puede formar, por ejemplo, con tubos de cobre, tubos de plástico, tubos de acero inoxidable, tubos de aluminio, o similares.

El evaporador formado por el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente y el bucle de evacuación 116 funciona de acuerdo con cualquier técnica adecuada de intercambio de calor. En una forma de realización preferida, el bucle de evacuación 116 funciona de acuerdo con fundamentos de los termosifones (es decir, actúa como un termosifón), de tal manera que el medio de transferencia de calor se desplaza desde el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente, a través del bucle de evacuación 116, y de vuelta al elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente para evacuar así calor usando un transporte pasivo de calor, de dos fases. En particular, el elemento de intercambio de calor 108 del lado caliente transfiere calor recibido del elemento de intercambio de calor 110 del lado frío hacia el medio de transferencia de calor dentro del bucle de evacuación 116. (Alternativamente, el bucle de evacuación 116 se puede sustituir por un tubo de calor). Una vez que se ha transferido calor al medio de transferencia de calor, dicho medio de transferencia de calor cambia de fase y se desplaza a través del bucle de evacuación 116, y entra en contacto térmico con la pared exterior 118, de tal manera que se expulsa calor a un entorno (por ejemplo, un entorno ambiental) externo a la cámara frigorífica 102. Cuando el medio de transferencia de calor dentro del bucle de evacuación 116 está en contacto térmico directo con la pared exterior 118, se produce un intercambio pasivo de calor entre el medio de transferencia de calor en el bucle de evacuación 116 y el entorno ambiental. Como es bien sabido, el intercambio pasivo de calor provoca condensación del medio de transferencia de calor dentro del bucle de evacuación 116, de tal manera que el medio de transferencia de calor se desplaza de vuelta al intercambiador de calor 104 por acción de la fuerza de la gravedad. Así, el bucle de evacuación 116 funciona como un condensador cuando evacúa calor al entorno externo a la cámara frigorífica 102.

En ciertas formas de realización, el intercambiador de calor 104 no está en contacto térmico directo con la cámara frigorífica 102, y en cambio está aislado térmicamente con respecto a la cámara frigorífica 102. De manera similar, el intercambiador de calor 104 no está en contacto térmico directo con la pared exterior 118, y está, en cambio, aislado térmicamente con respecto a la pared exterior 118. Por consiguiente, tal como se detallará más adelante, el intercambiador de calor 104 está aislado térmicamente tanto con respecto a la cámara frigorífica 102 como con respecto a la pared exterior 118 del sistema de refrigeración termoeléctrica 100. Y lo que es más importante, esto aporta un efecto de diodo térmico por medio del cual se evita que el calor se fugue de vuelta a la cámara frigorífica 102 cuando se desactivan los TEC.

El controlador 106 funciona de manera que controla TEC dentro del cartucho 112, con el fin de mantener una temperatura de consigna deseada dentro de la cámara frigorífica 102. En general, el controlador 106 funciona de manera que activa/desactiva selectivamente los TEC, controla selectivamente una corriente de entrada de los TEC, y/o controla selectivamente un ciclo de trabajo de los TEC para mantener la temperatura de consigna deseada. Además, en formas de realización preferidas, el controlador 106 está habilitado para controlar de manera separada, o independientemente, uno o más y, en algunas formas de realización, dos o más, subconjuntos de los TEC, donde cada subconjunto incluye uno o más TEC diferentes. Así, como ejemplo, si hay cuatro TEC en el cartucho 112, el controlador 106 se puede habilitar para controlar por separado un primer TEC individual, un segundo TEC individual, y un grupo de dos TEC (es decir, un primer y un segundo TEC individuales y un grupo de dos TEC). Con este método, el controlador 106 puede, por ejemplo, activar selectivamente uno, dos, tres o cuatro TEC de manera independiente, con una eficiencia maximizada, según dictamine la demanda.

Continuando con este ejemplo, el controlador 106 se puede habilitar para controlar por separado y selectivamente: (1) la activación/desactivación del primer TEC individual, una corriente de entrada del primer TEC individual, y/o un ciclo de trabajo del primer TEC individual; 2) la activación/desactivación del segundo TEC individual, una corriente de entrada del segundo TEC individual, y/o un ciclo de trabajo del segundo TEC individual; y 3) la activación/desactivación del grupo de dos TEC, una corriente de entrada del grupo de dos TEC, y/o un ciclo de trabajo del grupo de dos TEC. Usando este control selectivo independiente de los diferentes subconjuntos de los TEC, el controlador 106 controla preferentemente los TEC para mejorar la eficiencia del sistema de refrigeración termoeléctrica 100. Por ejemplo, el controlador 106 puede controlar los TEC para maximizar la eficiencia cuando está trabajando en un modo en estado estacionario, tal como cuando la cámara frigorífica 102 se encuentra en la temperatura de consigna o dentro de un intervalo predefinido de temperaturas de consigna. No obstante, durante el descenso o la recuperación, el controlador 106 puede controlar los TEC



para lograr un rendimiento deseado, tal como, por ejemplo, aumentando al máximo la extracción de calor desde la cámara frigorífica 102, proporcionando un compromiso entre los tiempos de descenso/recuperación y la eficiencia, o similares.

5 Aunque la descripción anterior de las Figuras 2 y 3 describe formas de realización que habilitan el control selectivo de diferentes TEC en un único cartucho 112, debe reconocerse que pueden utilizarse principios similares para controlar múltiples TEC que pueden estar dispuestos en cartuchos independientes (por ejemplo, presentando cada uno de ellos uno o más TEC) u otros sustratos, los cuales pueden estar dispuestos entre superficies emparejadas de uno o más conjuntos de intercambiador de calor (por ejemplo, entre un primer intercambiador de calor del lado frío (entrada) emparejado con un primer intercambiador de calor del lado caliente (evacuación), o entre un primer y un segundo intercambiadores de calor del lado frío (entrada) emparejados con un primer y un segundo intercambiadores de calor respectivos del lado caliente (evacuación)).

15 Tal como se ha indicado previamente, el sistema de refrigeración termoeléctrica 100 descrito en relación con la Figura 3, puede utilizar un subsistema pasivo de entrada de calor y un subsistema pasivo de evacuación de calor, los cuales pueden incluir, cada uno de ellos, un termosifón o un tubo de calor. Dichos subsistemas pasivos están desprovistos ventajosamente de partes móviles y, por lo tanto, son altamente fiables, y también pueden funcionar de manera silenciosa. No obstante, los subsistemas pasivos de entrada de calor y de evacuación de calor, pueden padecer una carencia de área superficial disponible durante periodos de elevada carga calefactora (por ejemplo, condiciones transitorias), y los subsistemas pasivos de evacuación de calor pueden padecer de carencia de área superficial disponible durante condiciones de evacuación a altas temperaturas – aunque dichos subsistemas pueden proporcionar un mecanismo perfectamente adecuado de transferencia de calor durante condiciones en esta estacionario.

25 Para superar las limitaciones de los subsistemas pasivos de entrada de calor y/o evacuación de calor que se pueden usar para enfriar cámaras o superficies, dichos subsistemas se pueden potenciar con por lo menos una fase de convección forzada, accionable de manera selectiva, de acuerdo con ciertas formas de realización de la presente divulgación. En ciertas formas de realización, una unidad de convección forzada puede incluir uno o más ventiladores, sopladores, eductores u otros elementos de tiro inducido. Aunque ciertas formas de realización divulgadas en la presente memoria hacen referencia al uso de ventiladores, debe apreciarse que un ventilador representa meramente un tipo de unidad de convección forzada, y pueden utilizarse cualesquiera tipos adecuados de unidad de convección forzada, ya sea en lugar de los ventiladores o que incluyan estos mismos. Al utilizar por lo menos una unidad de convección forzada que se energiza únicamente durante condiciones de alta carga calefactora y/o condiciones de evacuación de calor a alta temperatura, los subsistemas de entrada de calor y/o de evacuación de calor pueden proporcionar una capacidad suficiente para permitir que se puedan gestionar altas cargas calefactoras transitorias, al mismo tiempo que manteniendo las ventajas del transporte totalmente pasivo de calor durante condiciones de funcionamiento normal (por ejemplo, en estado estacionario).

40 En ciertas formas de realización, puede utilizarse una fase de potenciación por convección forzada para vigorizar un sistema pasivo de evacuación o entrada de una sola fase el cual se puede utilizar para enfriar una cámara o superficie. En ciertas formas de realización, una fase de potenciación por convección forzada se puede usar para vigorizar un sistema pasivo de evacuación o entrada de dos fases, el cual se puede usar para enfriar una cámara o superficie. En ciertas formas de realización, por lo menos una unidad de convección forzada puede estar dispuesta próxima a por lo menos un intercambiador de calor en el lado de entrada y/o en el lado de evacuación de un sistema caloportador.

50 En ciertas formas de realización, por lo menos una unidad de convección forzada se hace funcionar durante periodos de alta carga calefactora (por ejemplo, condiciones transitorias tales como descenso o recuperación de la temperatura) y/o condiciones de evacuación a altas temperaturas, pero no se hace funcionar durante condiciones normales (por ejemplo, que implican condiciones de carga calefactora en estado estacionario o típicas del entorno ambiente) cuando el(los) subsistema(s) caloportador(es) pasivo(s) son preferentemente suficientes para que se acepte calor desde la superficie o cámara a enfriar y/o para que se evacúe calor hacia un entorno ambiental. Durante un enfriamiento inicial, en condiciones ambientales elevadas, o como respuesta a una carga interna anómala, se puede energizar por lo menos una unidad de convección forzada para ayudar a que un sistema de transporte pasivo, primario, elimine o mitigue la condición anómala. Durante un funcionamiento normal en condiciones convencionales del entorno, la(s) unidad(es) de convección forzada estaría(n) completamente desenergizada(s), permitiendo así un funcionamiento totalmente pasivo y evitando el consumo de energía y el ruido inherentes al funcionamiento de la(s) unidad(es) de convección forzada. De este modo, en formas de realización preferidas, un subsistema caloportador pasivo primario es preferentemente suficiente para la gestión de la carga de funcionamiento en todas las condiciones, mientras que una o más unidades de convección forzada se pueden hacer funcionar de manera selectiva en calidad de subsistema secundario para proporcionar una potenciación del rendimiento cuando así se desee, pero la(s) unidad(es) de convección forzada no son necesarias para el rendimiento básico del sistema y, por lo tanto, no afectarían a la fiabilidad total del mismo.

65

Aunque en la presente se describen unidades de convección forzada interior y exterior, ciertas formas de realización pueden utilizar solamente convección forzada interior o solamente convección forzada exterior. En ciertas formas de realización, se pueden proporcionar múltiples unidades interiores de convección forzada y/o múltiples unidades exteriores de convección forzada. En ciertas formas de realización, se pueden proporcionar múltiples ventiladores interiores y/o múltiples ventiladores exteriores, y los mismos pueden ser controlables de manera independiente para permitir que ventiladores situados de manera similar sean accionados secuencialmente o de manera conjunta según resulte necesario para satisfacer la demanda térmica u otros requisitos. En ciertas formas de realización, una o más unidades convección forzada se pueden controlar con un controlador de múltiples fases o de velocidad variable con el fin de permitir la variación del flujo convectivo en función de la demanda y/o de las limitaciones de potencia o ruido.

En ciertas formas de realización, un controlador recibe datos de temperatura indicativos de por lo menos una de (i) la temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) la temperatura de una cámara o superficie a enfriar. El controlador activa por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados: la temperatura de la cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas de estado estacionario que incluye la temperatura de consigna o el intervalo de temperaturas de consigna, y la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental. El controlador desactiva por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados: la temperatura de la cámara o superficie está dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y/o la temperatura de un entorno ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o del intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental.

La Figura 4 es una vista en perspectiva de por lo menos una parte de un sistema caloportador 200 que incluye una unidad de convección forzada (por ejemplo, un ventilador) 221 dispuesta para mejorar el enfriamiento del intercambiador de calor 208 en comunicación térmica con un conducto o bucle contenedor de fluido 214, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El sistema caloportador 200 se puede usar preferentemente como parte de un sistema de enfriamiento termoeléctrico, aunque no se limita al uso con elementos de enfriamiento termoeléctrico. Preferentemente, el conducto o bucle contenedor de fluido 214 está dispuesto para el movimiento pasivo de un fluido caloportador, y se puede materializar en un termosifón o un tubo de calor. Se puede proporcionar un accesorio de conexión 209 en comunicación fluidica con el conducto o bucle contenedor de fluido 214 para permitir la adición de fluido caloportador. El sistema caloportador 200 se puede disponer en comunicación térmica con por lo menos una superficie o cámara (no mostrada) a enfriar, por ejemplo situando una parte del conducto o bucle contenedor de fluido 214, o situando una superficie del intercambiador de calor 208, en comunicación térmica con la superficie o cámara a enfriar. En ciertas formas de realización, el intercambiador de calor 208 se puede disponer en comunicación térmica conductora con por lo menos un TEC o cartucho termoeléctrico (no mostrado) según se ha descrito previamente en la presente. En ciertas formas de realización, el conducto o bucle contenedor de fluido 214 y el intercambiador de calor 208 se pueden utilizar en el lado de entrada (frío) de un sistema de refrigeración o enfriamiento. En ciertas formas de realización, el conducto o bucle contenedor de fluido 214 y el intercambiador de calor 208 se pueden utilizar en el lado de evacuación (caliente) de un sistema de refrigeración o enfriamiento, actuando el intercambiador de calor 208 como sumidero de calor para disipar este último a un entorno ambiental. En formas de realización preferidas, la unidad de convección forzada 221 se puede hacer funcionar selectivamente de manera que sea accionada solo durante condiciones de alta carga calefactora y/o condiciones de evacuación térmica de alta temperatura, y la unidad de convección forzada 221 se desenergiza durante condiciones de estado estacionario y/o ambientales normales, cuando el conducto o bucle contenedor de fluido 214 y el intercambiador de calor 208 se hacen funcionar pasivamente sin necesidad de transporte de calor mejorado por medio de convección forzada.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de por lo menos una parte de un sistema caloportador 250 que incluye una unidad de convección forzada 271 accionable selectivamente, y dispuesta para mejorar el enfriamiento de un sumidero de calor con aletas y contenedor de fluido 277 en comunicación térmica con un intercambiador de calor 258, por medio de un conducto o bucle contenedor de fluido 264, según una forma de realización de la presente divulgación. El sistema caloportador 250 se puede usar preferentemente como parte de un sistema de enfriamiento termoeléctrico, aunque su uso no se limita a elementos de enfriamiento termoeléctrico. El conducto o bucle contenedor de fluido 264 está dispuesto preferentemente para el movimiento pasivo de un fluido caloportador, y se puede materializar en un termosifón o un tubo de calor. Se puede proporcionar un accesorio de conexión 259 en comunicación fluidica con el conducto o bucle contenedor de fluido 264, para permitir la adición de fluido caloportador. El sistema caloportador 250 puede estar dispuesto en comunicación térmica con por lo menos una superficie o cámara (no mostrada) a enfriar, por ejemplo situando una parte del conducto o bucle contenedor de fluido 264, o situando una superficie del intercambiador de calor 258, en comunicación térmica con la superficie o cámara a enfriar. En ciertas formas de realización, el intercambiador de calor 258 se puede disponer en comunicación térmica conductora con por lo menos un TEC o cartucho termoeléctrico (no mostrado) según se ha descrito previamente en la presente. En ciertas formas de realización, el conducto o bucle contenedor de fluido 264 y el intercambiador de calor 258 se pueden utilizar en el lado de entrada (frío) de un sistema de refrigeración o enfriamiento. En ciertas formas de realización, el conducto o bucle contenedor de

fluido 264 y el intercambiador de calor 258 se pueden utilizar en el lado de evacuación (caliente) de un sistema de refrigeración o enfriamiento, actuando el sumidero de calor con aletas y contenedor de fluido 277 para disipar calor a un entorno ambiental. En formas de realización preferidas, la unidad de convección forzada 271 se puede hacer funcionar selectivamente de manera que sea accionada solo durante condiciones de alta carga calefactora y/o condiciones de evacuación térmica de alta temperatura, y la unidad de convección forzada 271 se desenergiza durante condiciones de estado estacionario y/o ambientales normales, cuando el conducto o bucle contenedor de fluido 264, el intercambiador de calor 258 y el sumidero de calor con aletas 277 se hacen funcionar pasivamente sin necesidad de transporte de calor mejorado por medio de convección forzada.

La Figura 6 ilustra un sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El sistema de enfriamiento o refrigeración 300 incluye una cámara frigorífica 302 que está delimitada por una pared interior 303, la cual está rodeada por una pared exterior 301 ó camisa exterior. Preferentemente se proporciona un aislamiento térmico (no mostrado) entre la pared interior 303 y la pared exterior 301. Un bucle o conducto de entrada primario 308 está dispuesto en comunicación térmica con la cámara frigorífica 302, por ejemplo al estar en contacto con la pared interior 303 o al estar integrado directamente sobre una superficie de la pared interior 303. Un bucle o conducto de entrada secundario 309 puede incluir opcionalmente por lo menos un intercambiador de calor del lado de entrada 307 (el cual puede incluir aletas 305) dispuesto para recibir aire de una unidad interior de convección forzada 311 dispuesta dentro de la cámara frigorífica 302. La unidad interior de convección forzada 311 se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia de calor desde la cámara frigorífica 302 al bucle o conducto de entrada secundario 309, tal como puede resultar deseable durante el descenso o la recuperación de temperatura, aunque la unidad interior de convección forzada 311 se puede desenergizar durante condiciones de estado estacionario. Alternativamente (o de manera adicional) la unidad interior de convección forzada 311 se puede hacer funcionar para reducir la estratificación de temperatura dentro de la cámara frigorífica 302, por ejemplo según sea detectada por múltiples sensores de temperatura (no mostrados) en comunicación térmica con la cámara frigorífica 302 ó la pared interior 303. Los bucles o conductos de entrada 308, 309 están dispuestos en contacto con un intercambiador de calor del lado frío (entrada) 310.

Continuando en referencia a la Figura 6, un conjunto de intercambiador de calor termoeléctrico incluye el intercambiador de calor del lado frío (entrada) 310, por lo menos un cartucho termoeléctrico 312 que incorpora TEC, y un intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314. El intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 está en comunicación térmica con conductos o bucles contenedores de fluido 316A, 316C (dispuestos cada uno de ellos, preferentemente, para el movimiento pasivo de un fluido caloportador, y que se pueden materializar en forma de termosifones o tubos de calor) dispuestos para disipar calor hacia un sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315 que incluye múltiples series de aletas 317A, 317B. Dentro del sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315, un primer bucle o conducto contenedor de fluido 316A está en comunicación térmica conductora con una primera serie de aletas 317A, y un segundo bucle o conducto contenedor de fluido 316B está en comunicación térmica conductora con una segunda serie de aletas 317B. Por lo menos una unidad exterior de convección forzada 321 está dispuesta para mejorar la disipación de calor desde el sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315. La unidad exterior de convección forzada 321 se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia de calor desde el sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315 a un entorno ambiental, tal como puede resultar deseable durante el descenso o recuperación de temperatura y/o durante condiciones con temperaturas de evacuación anormalmente elevadas, pero la unidad exterior de convección forzada 321 se puede desenergizar durante condiciones en estado estacionario. El cartucho termoeléctrico 312 y las unidades de convección forzada 311, 321 son controlados por un controlador 306 asociado al sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico 300. Aunque la Figura 6 ilustra un único conjunto de intercambiador de calor termoeléctrico (por ejemplo, que incluye un intercambiador de calor del lado frío (entrada) 310, por lo menos un cartucho termoeléctrico 312 que incorpora TEC, y un intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314), un único sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315), una única unidad interior de convección forzada 311, y una única unidad exterior de convección forzada 321, se aprecia que, en ciertas formas de realización, pueden proporcionarse dos o más de los conjuntos o componentes anteriores, por ejemplo para proporcionar un aumento de la capacidad de enfriamiento, un control independiente de diferentes cámaras frigorífica o zonas (o partes) de las mismas, y/o para mejorar la fiabilidad.

La Figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra interconexiones entre componentes de alimentación, de detección, de control y de interfaz de usuario de un sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico, tal como el sistema 300 de la Figura 6, de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. Además del controlador 306 y del cartucho termoeléctrico 312 mostrados en la Figura 6, la Figura 7 ilustra que un sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico puede incluir una interfaz de usuario 376, una fuente de alimentación 378, un accesorio (ACC) 380, un conjunto electrónico de alimentación 382, sensores de temperatura 354 a 356, y ventiladores (u otras unidades de convección forzada) 311, 321. La interfaz de usuario 376 permite que un usuario introduzca diversos parámetros de control asociados al sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico 300, incluyendo por lo menos una temperatura de consigna de la cámara frigorífica 302. En ciertas formas de realización, los parámetros de control de entrada pueden incluir adicionalmente valores para un intervalo de temperaturas de estado estacionario. En ciertas formas de realización, la interfaz de usuario

376 puede permitir adicionalmente que el usuario o un fabricante del sistema de refrigeración termoeléctrica defina una temperatura máxima permisible para el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314, valores de corriente asociados a  $I_{COPmax}$  e  $I_{max}$ , y/u otros parámetros. En ciertas formas de realización, parte o la totalidad de los parámetros de control se puede programar o codificar permanentemente en el controlador 306.

La fuente de alimentación 378 proporciona alimentación eléctrica al controlador 306, al accesorio 380, y al conjunto electrónico de alimentación 382. El accesorio 380 puede incluir una luz de la cámara y/o un módulo de comunicación para ampliar las capacidades. En una forma de realización en la que el accesorio 380 es un módulo de comunicaciones, el accesorio 380 se puede comunicar con dispositivos remotos, tales como, aunque sin carácter limitativo: un teléfono celular, un dispositivo informático situado remotamente, o incluso otros aparatos y sistemas de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico. En una forma de realización en la que el accesorio 380 se comunica con un teléfono celular o un dispositivo informático situado remotamente, el accesorio 380 puede proporcionar parámetros de funcionamiento (por ejemplo, datos de temperatura) del sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrico 300 y de la cámara frigorífica 302 a un dispositivo o entidad remotos. En una forma de realización en la que el acceso 380 se comunica con otros sistemas de refrigeración termoeléctrica, el accesorio 380 puede comunicar parámetros de funcionamiento del sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 a los otros sistemas de refrigeración termoeléctrica, tales como la temperatura de consigna, umbrales superiores e inferiores de la temperatura de consigna, una temperatura máxima permisible de la cámara frigorífica 302, la temperatura máxima permisible del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314, o similares.

En general, el conjunto electrónico de alimentación 382 funciona para proporcionar corriente al cartucho termoeléctrico 312 y los TEC 320, como respuesta a señales de control provenientes del controlador 306. En ciertas formas de realización, el conjunto electrónico de alimentación 382 puede proporcionar independientemente corriente a diferentes subconjuntos de los TEC 320. En ciertas formas de realización, se controlan también ciclos de trabajo de diferentes subconjuntos de TEC 320. En este caso, el conjunto electrónico de alimentación 382 puede proporcionar una función de modulación por anchura de impulsos, por medio de la cual pueden controlarse ciclos de trabajo de los diferentes subconjuntos de los TEC 320.

Tal como se muestra en la Figura 7, el controlador 306 está dispuesto para recibir datos de temperatura de sensores de temperatura 354 a 356, en donde los datos de temperatura pueden incluir una o más de las siguientes: temperatura ( $T_{CH}$ ) de la cámara frigorífica 302 detectada por un primer sensor de temperatura 354, temperatura de un entorno ambiental ( $T_{Amb}$ ) detectada por un segundo sensor de temperatura 355, y temperatura ( $T_R$ ) del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 (o del sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315) detectada por un tercer sensor de temperatura 356. Sobre la base de los datos de temperatura, el controlador 306 determina un modo actual de funcionamiento del sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300. Tal como se ilustra en la Figura 7, modos posibles de funcionamiento de acuerdo con ciertas formas de realización incluyen un modo de descenso 358, un modo de estado estacionario 360, un modo de temperatura excesiva 362, y un modo de recuperación 363. En general, el modo de descenso 358 se produce cuando el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se enciende inicialmente, y es necesario reducir (o "descender") la temperatura dentro de la cámara frigorífica 302. El modo de estado estacionario 360 se produce cuando la temperatura de la cámara frigorífica 302 es la temperatura de consigna deseada o está cerca de esta última. En particular, la temperatura de la cámara frigorífica 302 es la temperatura de consigna deseada o está cerca de esta última, cuando la temperatura de la cámara frigorífica 302 se encuentra dentro de un intervalo predefinido de estado estacionario que incluye la temperatura de consigna (por ejemplo, la temperatura de consigna de la cámara frigorífica 302  $\pm$  2 grados). Puede detectarse un modo de temperatura excesiva 362 cuando la temperatura en el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 está por encima de una temperatura máxima permisible predefinida, tal como puede producirse cuando las condiciones de la temperatura ambiental superan un intervalo normal y/o cuando la cámara frigorífica 302 no enfría correctamente (por ejemplo, si una puerta que da a la cámara frigorífica 302 no está cerrada). El modo de temperatura excesiva 362 es un modo de seguridad durante el cual se activan el(los) ventilador(es) exterior(es) 321 para mejorar la transferencia de calor desde el sumidero de calor del lado caliente (evacuación) 315 al entorno ambiental buscando la reducción de la temperatura del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314, con el fin de reducir la temperatura del lado caliente de los TEC 320 para proteger los TEC 320 contra daños. Si el accionamiento del(de los) ventilador(es) exterior(es) 321 no es suficiente para reducir la temperatura en el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 (y en el lado caliente de los TEC 320), entonces el suministro de corriente a los TEC se puede limitar para reducir la entrada de calor a los TEC 320 con el fin de evitar daños. Por último, el modo de recuperación 363 se produce cuando la temperatura de la cámara frigorífica 302 aumenta saliéndose del intervalo de estado estacionario debido, por ejemplo, a fugas de calor hacia la cámara frigorífica 302, la abertura de una puerta de la cámara frigorífica 302, o similares.

En la Figura 8 se ilustra el funcionamiento del controlador 306 en los diferentes modos 358, 360, 362 y 363 (tal como se representa en la Figura 7) de acuerdo con ciertas formas de realización de la presente divulgación. Cuando está funcionando en el modo de descenso 358, el controlador 306 controla las corrientes para todos los TEC 320 asociados al por lo menos un cartucho 312, de tal manera que la totalidad de los TEC 320 funcione con un nivel de potencia entre  $Q_{COPmax}$  y  $Q_{max}$  (en correspondencia con una corriente entre  $I_{COPmax}$  e  $I_{max}$ ) según

dictamine el perfil de rendimiento deseado, y se accionan uno de los ventiladores o ambos ventiladores (u otras unidades de convección forzada) 311, 321 para mejorar la transferencia de calor convectiva. El controlador 306 determina cuándo el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se encuentra en el modo de descenso 358 basándose, por ejemplo, en que el mismo haya sido encendido inicialmente, tal como cuando el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se acaba de comprar, o después de que el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se encienda después de haber sido desconectado de una fuente de alimentación. El controlador 306 mantiene la totalidad de los TEC 320 en un nivel de potencia entre  $Q_{COPmax}$  y  $Q_{max}$  y mantiene los ventiladores 311, 321 en funcionamiento hasta que la temperatura de la cámara frigorífica 302 desciende a la temperatura de consigna o dentro de un intervalo aceptable de la temperatura de consigna, tal como se muestra en referencia al bloque 366. Una vez que la cámara frigorífica 302 ha descendido hasta la temperatura de consigna, el controlador 306 desactiva los ventiladores 311, 321 y controla el funcionamiento de los TEC 320, de tal manera que todos los TEC 320 funcionan a  $Q_{COPmax}$  provocando que se proporcione la corriente  $I_{COPmax}$  a todos los TEC operativos 320. El controlador 306 también puede reducir el número de TEC 320 que están activos o sujetos a activación una vez que la cámara frigorífica 302 haya descendido hasta la temperatura de consigna.

Tal como se ha indicado anteriormente, sobre la base de los datos de temperatura, el controlador 306 determina cuándo el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se encuentra en el modo de estado estacionario 360 (es decir, cuándo la temperatura de la cámara frigorífica 302 es igual a la temperatura de consigna o está dentro de un intervalo predeterminado de la temperatura de consigna). Cuando se encuentra en el modo de estado estacionario 360, el controlador 306 preferentemente desactiva todos los ventiladores 311, 321 que pueden haber estado en funcionamiento, y acciona el número requerido de los TEC 320 a  $Q_{COPmax}$  según dictamine la demanda. Bajo condiciones de estado estacionario, un transporte pasivo de calor es preferentemente suficiente para que se acepte calor desde la superficie o cámara a enfriar y/o para que se evacúe calor a un entorno ambiental, sin necesidad de convección forzada por parte de los ventiladores 311, 321. En ciertas formas de realización, todos los TEC 320 se pueden hacer funcionar a  $Q_{COPmax}$  en el modo de estado estacionario 360. Durante el modo de estado estacionario 360, si  $Q_{COPmax} > Q_{fugas}$  tal como se muestra en referencia al bloque 367, entonces la temperatura de la cámara frigorífica 302 continuará reduciéndose. En este caso, el controlador 306 puede reducir el ciclo de trabajo de los TEC activados 320, tal como se muestra en referencia al bloque 368. A la inversa, si  $Q_{COPmax} < Q_{fugas}$  tal como se muestra en referencia al bloque 369, entonces la temperatura de la cámara frigorífica 302 aumentará. En este caso, el controlador 306 puede aumentar el número de TEC activos 320 y ajustar la corriente proporcionada a los TEC activos 320 a un valor entre  $I_{COPmax}$  e  $I_{max}$ , según se muestra en referencia al bloque 370. En este contexto,  $Q_{fugas}$  se refiere a la cantidad de calor que se fuga hacia la cámara frigorífica 302, tal como el calor que pasa a través de una junta hermética de una puerta de la cámara frigorífica 302, la conducción de calor a través de paredes que rodean la cámara frigorífica 302, o similares.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el controlador 306 determina si el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 se encuentra en el modo de temperatura excesiva 362 basándose en datos de temperatura de uno o más de entre el segundo sensor de temperatura 355 (correspondiente a  $T_{Amb}$ ) y el tercer sensor de temperatura 358 (correspondiente a  $T_R$ ). Puede detectarse un modo de temperatura excesiva 362 cuando la temperatura en el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 está por encima de una temperatura máxima permisible predefinida, tal como puede producirse cuando las condiciones de temperatura ambiental superan un intervalo normal y/o cuando la cámara frigorífica 302 no enfría correctamente (por ejemplo, si una puerta que da a la cámara frigorífica 302 no está cerrada). En referencia al bloque 371, cuando se detecta el modo de temperatura excesiva 362, se activan el(los) ventilador(es) exterior(es) 321 para mejorar la transferencia de calor desde el sumidero de calor caliente (evacuación) 315 al entorno ambiental buscando la reducción de la temperatura del lado de evacuación del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314, con el fin de proteger los TEC 320 contra daños. En referencia al bloque 372, si el funcionamiento del(de los) ventilador(es) exterior(es) 321 no es suficiente para reducir la temperatura en el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 (y en el lado caliente de los TEC 320), entonces el controlador 306 puede reducir la temperatura en el intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 desactivando o reduciendo la corriente para parte o la totalidad de los TEC 320 que están facilitando el enfriamiento, o reduciendo la corriente que se proporciona a los TEC 320 con el fin de evitar daños. Por ejemplo, si está en funcionamiento la totalidad de los TEC 320, o bien a  $Q_{COPmax}$  o bien a  $Q_{max}$ , entonces el controlador 306 puede desactivar uno o más de los TEC 320 ó preferentemente todos los TEC 320. En otro ejemplo, si dos subconjuntos de los TEC 320 están funcionando a  $Q_{max}$ , entonces el controlador 306 puede desactivar un subconjunto de TEC, de tal manera que solamente el otro subconjunto de TEC 320 esté funcionando a  $Q_{max}$  y facilitando la extracción de calor desde la cámara frigorífica 302. En otro ejemplo, si un subconjunto de TEC 320 está funcionando a  $Q_{COPmax}$ , el controlador 306 puede desactivar el subconjunto activo de TEC 320 y, a continuación, activar un conjunto previamente inactivo de TEC 320, con el fin de mantener la temperatura de la cámara frigorífica 302 lo más próxima posible a la temperatura de consigna sin dañar el cartucho termoeléctrico 312. Debe indicarse que el controlador 306 puede desactivar un número cualquiera de TEC activos 320 y activar un número cualquiera de los TEC inactivos 320, como respuesta a una determinación de que la temperatura del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación 314) supera la temperatura máxima permisible.

Tal como se ha indicado anteriormente, si el controlador 306 determina que la temperatura del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 supera la temperatura máxima permisible predeterminada, el controlador 306 puede reducir la corriente que se está proporcionando a parte o a la totalidad de TEC operativos 320 además de, o como alternativa a, desactivar parte o la totalidad de los TEC 320. Para ilustrar adicionalmente esta funcionalidad, si todos los TEC 320 están funcionando, o bien a  $Q_{COPmax}$  o bien a  $Q_{max}$ , el controlador 306 puede reducir la cantidad de energía que se proporciona a cada uno de los TEC 320. Por ejemplo, si todos los TEC 320 están funcionando a  $Q_{max}$ , el controlador 306 puede disminuir la corriente desde  $I_{max}$  a un valor que esté entre  $I_{COPmax}$  e  $I_{max}$ . Además, si todos los TEC 320 están funcionando a  $Q_{COPmax}$  o  $Q_{max}$ , el controlador 306 solamente puede reducir la corriente proporcionada a algunos de los TEC 320, con el fin de reducir la temperatura del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314. En otra forma de realización, el controlador 306 también puede desactivar algunos de los TEC 320 y, simultáneamente, reducir la corriente para algunos o la totalidad de los TEC 320 que están todavía activados si la temperatura del intercambiador de calor del lado caliente (evacuación) 314 supera la temperatura máxima permisible predeterminada.

Cuando se encuentra en el modo de recuperación 363, el controlador 306 conmuta los TEC activos 320 desde un funcionamiento a  $Q_{COPmax}$  a un funcionamiento a  $Q_{max}$ , y además activa los ventiladores 311, 321 tal como se muestra en el bloque 373. El modo de recuperación 363 se produce cuando, durante un funcionamiento en estado estacionario, el controlador 306 recibe datos de temperatura desde el sensor de temperatura 354, que indican que la temperatura dentro de la cámara frigorífica 302 ha aumentado significativamente por encima de la temperatura de consigna en un periodo de tiempo breve. Específicamente, el sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica 300 puede entrar en el modo de recuperación 363 cuando la temperatura dentro de la cámara frigorífica 302 aumenta por encima de un umbral superior del intervalo de temperaturas de estado estacionario (por ejemplo, aumenta por encima de la temperatura de consigna más algún valor predefinido que define el umbral superior del intervalo deseado de estado estacionario). Dicho funcionamiento se mantiene preferentemente hasta que se logran las condiciones de estado estacionario.

Debe indicarse que los bloques de control 366 a 373 ilustrados en la Figura 8 para los diferentes modos 358, 360, 362 y 363 son meros ejemplos. La forma en la cual el controlador 306 controla los TEC 320 y los ventiladores 311, 321 en cada uno de los modos 358, 360, 362 y 363 puede variar en función de la implementación particular. En general, tal como se ha descrito anteriormente, el controlador 306 controla los TEC 320 para reducir la temperatura de la cámara frigorífica 302 cuando se encuentra o bien en el modo de descenso 358 o bien en el modo de recuperación 363, y los ventiladores 311, 321 se activan. La manera exacta según la cual se llevan a cabo estas acciones puede variar. Por ejemplo, si el perfil de rendimiento es que se desea un tiempo mínimo de descenso o recuperación, el controlador 306 puede activar todos los TEC 320 a  $Q_{max}$  con un ciclo de trabajo del 100% (siempre activados) mientras que los ventiladores 311, 321 están activos. A la inversa, si se desea un compromiso entre el tiempo de descenso o recuperación y la eficiencia, el controlador 306 puede, por ejemplo, activar todos los TEC 320 a  $Q_{COPmax}$  con un ciclo de trabajo del 100% (siempre activados) o a cualquier punto entre  $Q_{COPmax}$  y  $Q_{max}$ . En otro ejemplo, la velocidad de uno o más ventiladores 311, 321 se puede ajustar por pasos o de una manera sustancialmente continua, o, de forma similar, los ventiladores 311, 321 se pueden accionar secuencialmente de acuerdo con señales recibidas desde el controlador 306. El ajuste del funcionamiento de los ventiladores 311, 321 se puede llevar a cabo en lugar, o además, del ajuste del funcionamiento de diversos TEC 320. Cuando se encuentra en el modo de estado estacionario 360, el controlador 306 en general funciona de manera que mantiene la temperatura de consigna de una forma eficiente. Por ejemplo, el controlador 306 puede accionar el número requerido de los TEC 320 (por ejemplo, todos los TEC 320 o un número menor que la totalidad de los TEC 320) a  $Q_{COPmax}$  basándose en la carga. Este número predeterminado de los TEC 320 es un número de los TEC 320 que se requiere para mantener la temperatura de consigna funcionando en  $Q_{COPmax}$  o cerca de este punto. Si no es necesaria la totalidad de los TEC 320 durante el modo de estado estacionario 360, entonces los TEC 320 no necesarios se desactivan. El controlador 306 puede sintonizar finamente el funcionamiento de los TEC activados 320 para mantener de forma precisa la temperatura de consigna, por ejemplo, aumentando o reduciendo ligeramente la corriente de entrada de los TEC activados 320, de tal manera que los TEC activados 320 funcionen ligeramente por encima de  $Q_{COPmax}$ , o aumentando o reduciendo el ciclo de trabajo de los TEC activados 320 para compensar la  $Q_{fugas}$ .

En ciertas formas de realización, una o más unidades de convección forzada (por ejemplo, ventiladores) de un sistema de refrigeración termoeléctrica según se divulga en la presente memoria, pueden ser accionadas por un controlador teniendo en cuenta una temperatura de consigna y una temperatura de un entorno ambiental. En general, cuando la temperatura ambiente aumenta y/o cuando se selecciona una temperatura de consigna muy baja, el funcionamiento de una o más unidades de convección forzada resulta más deseable para permitir que la consigna deseada se mantenga en una temperatura de evacuación segura (por ejemplo, sin sobrecalentar los TEC). La Figura 9 es una gráfica de barras horizontal que ilustra un ejemplo de condiciones bajo las cuales se puede hacer funcionar un sistema de refrigeración termoeléctrica en modo asistido por ventiladores (con convección forzada) y en modo pasivo (sin convección forzada). Cada barra horizontal ilustra un intervalo de temperaturas de consigna y ambientales, en donde se entiende que la temperatura de consigna debería ser menor que la temperatura ambiental para obtener un funcionamiento apropiado de un sistema de refrigeración termoeléctrica. Las dos barras horizontales situadas más abajo en la Figura 9 ilustran que, cuando la temperatura ambiental no es superior a 21 °C o no es superior a 25 °C, y, cuando la temperatura de consigna no

es inferior a 5 °C, la asistencia de los ventiladores (es decir, la convección forzada) no es necesaria, ya que un sistema de refrigeración termoeléctrica según se divulga en la presente puede lograr de manera segura la temperatura de consigna deseada con solamente la evacuación pasiva de calor (por ejemplo, usando un termosifón o tubo calor conjuntamente con un sumidero de calor apropiado). No obstante, cuando la temperatura ambiental aumenta, la situación cambia. La tercera barra horizontal más alta de la Figura 9 ilustra que la asistencia con ventiladores (por ejemplo, convección forzada) no es necesaria cuando la temperatura ambiental no es superior a 32 °C y cuando la temperatura de consigna no es inferior a 12 °C; no obstante, la asistencia con ventiladores (convección forzada) puede ser necesaria cuando la temperatura de consigna está en el intervalo de 5 °C a 12 °C y la temperatura ambiental no es superior a 32 °C. La barra horizontal situada más arriba en la Figura 9 ilustra además que la asistencia con ventiladores (por ejemplo, convección forzada) no es necesaria cuando la temperatura ambiental no es superior a 38 °C y cuando la temperatura de consigna no es inferior a 18 °C; no obstante, la asistencia con ventiladores (convección forzada) puede ser necesaria cuando la temperatura de consigna está en el intervalo de 8 °C a 18 °C, y la temperatura ambiental no es superior a 38 °C. Debe indicarse que la Figura 9 representa meramente un ejemplo representativo de condiciones bajo las cuales se puede hacer funcionar un sistema de refrigeración termoeléctrica en el modo asistido con ventiladores (con convección forzada) y en el modo pasivo (sin convección forzada); pueden utilizarse otras condiciones para dictaminar cuándo debería utilizarse la convección forzada.

En congruencia con la descripción anterior, en ciertas formas de realización un sistema caloportador dispuesto para mantener una temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna de una cámara o superficie, puede incluir múltiples elementos, incluyendo: por lo menos un intercambiador de calor; un conducto contenedor de fluido, que contiene un fluido caloportador en comunicación térmica con dicho por lo menos un intercambiador de calor; por lo menos una unidad de convección forzada que se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia convectiva de calor con respecto al por lo menos un intercambiador de calor; y un controlador. El controlador puede estar dispuesto para: recibir datos de temperatura indicativos de por lo menos una de (i) la temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) la temperatura de la cámara o superficie; activar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (a) y (b): (a) la temperatura de la cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas de estado estacionario que incluye la temperatura de consigna o el intervalo de temperaturas de consigna, y (b) la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental; y desactivar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (I) y (II): (I) la temperatura de la cámara o superficie se encuentra dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y (II) la temperatura de un entorno ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental. En ciertas formas de realización, dicha por lo menos una unidad de convección forzada puede incluir uno o más ventiladores, sopladors, eductores, y otros elementos de tiro inducido, los cuales preferentemente se pueden accionar de manera eléctrica.

En relación con el sistema caloportador del párrafo anterior, en ciertas formas de realización, dicho por lo menos un intercambiador de calor, el conducto de fluido, y el fluido caloportador están dispuestos para mantener una temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna de una cámara o superficie sin accionamiento de la unidad de convección forzada durante el funcionamiento de estado estacionario, cuando la temperatura del entorno ambiental no supera la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental. El fluido caloportador incluye una fase líquida y una fase gaseosa dentro del conducto de fluido, y el fluido caloportador está dispuesto para experimentar un flujo pasivo dentro del conducto de fluido. En ciertas formas de realización, el conducto de fluido puede incluir un termosifón o un tubo de calor para facilitar el flujo pasivo del fluido. En ciertas formas de realización, dicho por lo menos un intercambiador de calor incluye un intercambiador de calor de evacuación expuesto al entorno ambiental; y dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la disipación de calor desde el intercambiador de calor de evacuación al entorno ambiental. En ciertas formas de realización, el intercambiador de calor de evacuación incluye una pluralidad de aletas, y el conducto de fluido está en comunicación térmica conductora con la pluralidad de aletas.

Continuando con la referencia al sistema caloportador de los dos párrafos anteriores, en ciertas formas de realización, el sistema caloportador puede incluir por lo menos una bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor del conducto de fluido y transportar calor al intercambiador de calor de evacuación, en donde dicha por lo menos una bomba de calor termoeléctrica se acciona como respuesta a la temperatura de la cámara o superficie. En ciertas formas de realización, dicha por lo menos una bomba de calor termoeléctrica incluye una pluralidad de bombas de calor termoeléctricas, y el controlador está dispuesto para controlar por separado por lo menos dos bombas de calor termoeléctricas de la pluralidad de bombas de calor termoeléctricas. En ciertas formas de realización, el por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de entrada dispuesto entre la cámara o superficie y el conducto de fluido, y dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la transferencia de calor desde la cámara o superficie al intercambiador de calor de entrada. En ciertas formas de realización, una condición indicativa de un estado en el cual la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental del intervalo

de temperaturas umbral del entorno ambiental se detecta detectando una temperatura de dicho por lo menos un intercambiador de calor.

5 Ciertas formas de realización de la presente divulgación se refieren a un método de control de un sistema caloportador para mantener una temperatura de consigna o un intervalo de temperaturas de consigna de una  
 cámara o superficie, con el sistema caloportador en comunicación térmica con dicho por lo menos un  
 intercambiador de calor, y por lo menos una unidad de convección forzada que es accionable selectivamente  
 para mejorar la transferencia convectiva de calor con respecto al por lo menos un intercambiador de calor. Dicho  
 método puede incluir múltiples etapas, tales como: recibir datos de temperatura indicativos de por lo menos una  
 10 de (i) la temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) la temperatura de la  
 cámara o superficie; activar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una  
 condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (a) y (b): (a) la temperatura de la  
 cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas de estado estacionario que incluye la temperatura de  
 consigna o el intervalo de temperaturas de consigna, y (b) la temperatura de un entorno ambiental supera una  
 15 temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental; y  
 desactivar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de  
 por lo menos uno de entre los siguientes estados (I) y (II): (I) la temperatura de la cámara o superficie se  
 encuentra dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y (II) la temperatura de un entorno  
 ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral  
 20 del entorno ambiental. En ciertas formas de realización, dicho por lo menos un intercambiador de calor  
 comprende un intercambiador de calor de evacuación expuesto al entorno ambiental; dicha por lo menos una  
 unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la disipación de calor desde el intercambiador de calor  
 de evacuación al entorno ambiental; el sistema caloportador comprende por lo menos una bomba de calor  
 termoeléctrica dispuesta para recibir calor del conducto de fluido y transportar calor al intercambiador de calor de  
 25 evacuación; y el método comprende además controlar selectivamente dicha por lo menos una unidad de  
 convección forzada como respuesta a la temperatura de la cámara o superficie. En ciertas formas de realización,  
 dicho por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de entrada dispuesto entre  
 la cámara o superficie y el conducto de fluido; dicha por lo menos una unidad de convección forzada está  
 dispuesta para mejorar la transferencia de calor desde la cámara o superficie al intercambiador de calor de  
 30 entrada; el sistema caloportador comprende por lo menos una bomba de calor termoeléctrica dispuesta para  
 recibir calor del intercambiador de calor de entrada; y el método comprende además controlar selectivamente  
 dicha por lo menos una unidad de convección forzada como respuesta a la temperatura de la cámara o  
 superficie.

35 Aspectos adicionales de la divulgación van dirigidos a aparatos caloportadores de evacuación que incluyen un  
 primer y un segundo sumideros de calor de evacuación acoplados, cada uno de ellos, por medio de tubos de  
 transporte principales y cruzados, a un primer y un segundo intercambiadores de calor de evacuación. En  
 particular, múltiples sumideros de calor de evacuación están dispuestos en comunicación térmica, por medio de  
 40 tubos de transporte de evacuación principales y cruzados, con múltiples intercambiadores de calor que tienen,  
 cada uno de ellos, una pluralidad de aletas y están acoplados, cada uno de ellos, a por lo menos una bomba de  
 calor termoeléctrica diferente. Todos los sumideros de calor de evacuación están dispuestos para disipar calor de  
 cada bomba de calor termoeléctrica, con independencia de si las bombas de calor termoeléctricas se hacen  
 funcionar por separado o conjuntamente. En una forma de realización que incluye un primer y un segundo  
 45 sumideros de calor, los dos sumideros de calor están dispuestos para disipar calor de la primera y la segunda  
 bombas de calor termoeléctricas, con independencia de si están funcionando la primera, la segunda, o la primera  
 y la segunda bombas de calor. En comparación con el uso de sumideros de calor de evacuación que están  
 dedicados a intercambiadores de calor independientes (cada uno con refrigeradores termoeléctricos dedicados),  
 la mayor área de superficie asociada a los múltiples sumideros de calor de evacuación mejora la transferencia de  
 50 calor y da como resultado una temperatura menor en la(s) bomba(s) de calor termoeléctrica(s) en  
 funcionamiento.

Una forma de realización de un aparato caloportador de acuerdo con la presente divulgación se ilustra en las  
 Figuras 11-12, mientras que la Figura 10 ilustra un primer y un segundo dispositivos caloportadores  
 55 independientes (que incluyen, cada uno de ellos, un sumidero de calor, un panel de intercambio de calor, y un  
 conducto caloportador) que proporcionan una base para comparar el aparato de las Figuras 11-12. Antes de  
 describir el aparato caloportador de las Figuras 11-12 y los dispositivos independientes de la Figura 10, se  
 introduce a continuación brevemente un contexto para dichos elementos.

60 Los sistemas convencionales de refrigeración presentan dos modos de diseño principales: alta  
 utilización/descenso de temperatura (que pone énfasis en una entrada de potencia elevada y una capacidad alta  
 de transporte de calor con respecto a la eficiencia energética), y el estado estacionario (que implica una entrada  
 de potencia menor con un mayor énfasis en la eficiencia energética). En sistemas de refrigeración termoeléctrica,  
 el cumplimiento de los requisitos correspondientes a un transporte intensivo de calor bajo condiciones de alta  
 65 utilización/descenso de la temperatura y de los requisitos correspondientes a una alta eficiencia bajo condiciones  
 de estado estacionario, tiende a favorecer la provisión de dos bombas de calor independientes (incluyendo cada  
 una de ellas múltiples TEC), en donde una bomba de calor termoeléctrica se usa durante las condiciones de



estado estacionario, y, durante las condiciones de transporte intensivo de calor se usan las dos bombas de calor termoeléctricas. En un diseño tradicional de este tipo, cada bomba de calor termoeléctrica tiene sus propios componentes disipadores de calor dedicados (por ejemplo, sumidero(s) de calor) para evacuar calor, sin comunicación térmica entre componentes disipadores de calor asociados a bombas de calor termoeléctricas diferentes.

La Figura 10 ilustra un primer y un segundo dispositivos caloportadores independientes 415, 415'. El primer dispositivo caloportador 415 incluye un primer panel de intercambio de calor 414 que puede posicionarse para recibir calor del lado caliente de un primer elemento de enfriamiento termoeléctrico (no mostrado), un primer sumidero de calor que se materializa en múltiples series de aletas 417A, 417B, y tubos caloportadores 416A a 416D dispuestos para transportar calor desde el primer panel de intercambio de calor 414 al primer sumidero de calor (es decir, las series de aletas 417A, 417B). El segundo dispositivo caloportador 415' incluye un segundo panel de intercambio de calor 414' que se puede posicionar para recibir calor del lado caliente de un segundo elemento de enfriamiento termoeléctrico (no mostrado), un segundo sumidero de calor que se materializa en múltiples series de aletas 417A', 417B', y tubos caloportadores 416A' a 416D' dispuestos para transportar calor desde el segundo panel de intercambio de calor 414' al segundo sumidero de calor (es decir, las series de aletas 417A', 417B'). Ningún componente del primer dispositivo caloportador 415 está en comunicación térmica conductora con ningún componente del segundo dispositivo caloportador 415'. Cuando el primer y el segundo dispositivos caloportadores 415, 415' están dispuestos para recibir calor de la primera y la segunda bombas de calor termoeléctricas (no mostradas), respectivamente, y la primera y la segunda bombas de calor están energizadas, las temperaturas de los sumideros de calor respectivos son bastante uniformes, con diferencias de temperatura generalmente en un intervalo de 0,5 °C a 1,0 °C en función de su posición de arriba a abajo. No obstante, cuando solamente está energizada una bomba de calor termoeléctrica, las diferencias de temperatura entre sumideros de calor asociados a las diferentes bombas de calor termoeléctricas pueden aumentar hasta entre 5 °C y 7 °C o más. Otro inconveniente del diseño de la Figura 10 es que los paneles de intercambio de calor 414, 414' están separados entre sí más de lo que puede resultar deseable.

Las Figuras 11 y 12 ilustran un aparato caloportador 515 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación. El aparato caloportador 515 incluye un primer y un segundo paneles de intercambio de calor 514-1, 514-2 que se pueden posicionar para recibir calor de los lados calientes de la primera y la segunda bombas de calor termoeléctricas (no mostradas), respectivamente, de un sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica. Un primer sumidero (superior) de calor incluye múltiples series de aletas 517-1A, 517-1B que están acopladas al primer panel de intercambio de calor 514-1 por medio de tubos caloportadores principales 516-1A a 516-1D, y que están acopladas también al segundo panel de intercambio de calor 514-2 por medio de tubos caloportadores cruzados 518-2A, 518-2B. Un segundo sumidero (inferior) de calor incluye múltiples series de aletas 517-2A, 517-2B que están acopladas al segundo panel de intercambio de calor 514-2 por medio de tubos caloportadores principales 516-2A a 516-2D, y que están acopladas también al primer panel de intercambio de calor 514-1 por medio de tubos caloportadores cruzados 518-1A, 518-1B. Preferentemente, las aletas anteriores están orientadas en vertical. Cada tubo caloportador incluye preferentemente un fluido caloportador y puede estar dispuesto para un transporte pasivo de calor (por ejemplo, según se puede materializar en forma de un tubo de calor o termosifón). Tal como se muestra en la Figura 12, cada aleta de las series superiores de aletas 517-1A, 517-1B está desplazada lateralmente con respecto a otras aletas dentro de la serie respectiva, incluye múltiples agujeros o aberturas 522-1 que se extienden a través de caras de las aletas orientadas verticalmente para permitir el movimiento o migración lateral de aire entre aletas respectivas, y tiene una forma general rectangular modificada que incluye una parte inferior plana 519-1, lados planos, y una parte superior con forma general de arco que incluye una parte redondeada 523-1 y una parte en ángulo 524-1. Tal como se muestra además en la Figura 12, cada aleta de las series inferiores de aletas 517-2A, 517-2B está desplazada lateralmente con respecto a otras aletas de la serie respectiva, incluye múltiples agujeros o aberturas 522-2 que se extienden a través de caras de las aletas orientadas verticalmente, para permitir el movimiento o la migración lateral de aire entre aletas respectivas, y tiene una forma rectangular general que incluye una parte inferior plana 519-1, lados planos, y una parte superior plana 525-2. Tal como se ilustra en las Figuras 11 y 12, entre series de las series superiores de aletas 517-1A, 517-1B y series de las series inferiores de aletas 517-2A, 517-2B se proporciona un rebaje o valle central que se extiende en una dirección en general vertical, para permitir la disposición de ventiladores u otras unidades de convección forzada (tal como se ilustra en las Figuras 15 y 16) entre series respectivas y próximas al primer y el segundo paneles de intercambio de calor 514-1, 514-2.

El aparato caloportador 515 de las Figuras 11 y 12 permite que todos los sumideros de calor de evacuación (que incluyen las series 517-1A, 517-1B, 517-2A, 517-2B) disipen calor de cada bomba de calor termoeléctrica (no mostrada) en comunicación térmica con el primer y el segundo paneles de intercambio de calor 514-1, 514-2, con independencia de si las bombas de calor termoeléctricas se hacen funcionar por separado o conjuntamente. En comparación con el uso de los dispositivos caloportadores 415, 415' según la Figura 10, la mayor área superficial asociada a los múltiples sumideros de calor de evacuación en comunicación térmica tanto con el primer como con el segundo paneles de intercambio de calor 514-1, 514-2, hace que mejore la disipación de calor, y da como resultado una menor temperatura en las bombas de calor termoeléctricas durante el funcionamiento, particularmente en condiciones en las que se hace funcionar solamente una única bomba de calor termoeléctrica. En pruebas llevadas a cabo por los solicitantes, se ha revelado que un aparato caloportador

515 de acuerdo con las Figuras 11 y 12 proporciona una mejora de la eficiencia de aproximadamente un 18% en comparación con el uso de los dos dispositivos caloportadores 414, 414' según la Figura 10.

5 En congruencia con la descripción anterior, en ciertas formas de realización, un aparato caloportador dispuesto para mantener una temperatura de consigna incluye: un primer intercambiador de calor de evacuación en comunicación térmica conductora con una primera bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor de la cámara; un segundo intercambiador de calor de evacuación en comunicación térmica conductora con una segunda bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor de la cámara; un primer sumidero de calor de evacuación que comprende una primera pluralidad de aletas; un segundo sumidero de calor de evacuación que  
10 comprende una segunda pluralidad de aletas; y una pluralidad de tubos de transporte de evacuación que incluyen: por lo menos un primer tubo transportador de evacuación, principal, dispuesto para transportar calor desde el primer intercambiador de calor de evacuación al primer sumidero de calor de evacuación; por lo menos un primer tubo transportador cruzado de evacuación dispuesto para transportar calor desde el primer intercambiador de calor de evacuación al segundo sumidero de calor de evacuación; por lo menos un segundo tubo transportador principal de evacuación dispuesto para transportar calor desde el segundo intercambiador de calor de evacuación al segundo sumidero de calor de evacuación; y por lo menos un segundo tubo transportador cruzado de evacuación dispuesto para transportar calor desde el segundo intercambiador de calor de evacuación al primer sumidero de calor de evacuación.

20 Continuando con la referencia al aparato caloportador del párrafo anterior, en ciertas formas de realización, cada tubo transportador de evacuación de la pluralidad de tubos transportadores de evacuación comprende un termosifón o un tubo de calor. En ciertas formas de realización, el aparato incluye además un controlador dispuesto para recibir datos de temperatura indicativos de una temperatura de la cámara, y para controlar selectivamente la primera bomba de calor termoeléctrica y la segunda bomba de calor termoeléctrica como  
25 respuesta a los datos de temperatura. En ciertas formas de realización, el aparato incluye además por lo menos una unidad de convección forzada que se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia convectiva de calor con respecto a por lo menos uno del primer sumidero de calor de evacuación y el segundo sumidero de calor de evacuación. En ciertas formas de realización, cada una de la primera pluralidad de aletas y la segunda pluralidad de aletas comprende aletas orientadas verticalmente que están dispuestas en una serie, que están desplazadas lateralmente con respecto a otras aletas en la serie respectiva, y que están en comunicación  
30 térmica conductora con múltiples tubos transportadores de evacuación de la pluralidad de tubos transportadores de evacuación. En ciertas formas de realización, las aletas orientadas verticalmente incluyen múltiples aperturas abiertas definidas en caras de las aletas orientadas verticalmente. En ciertas formas de realización, la primera bomba de calor termoeléctrica incluye una primera pluralidad de elementos de enfriamiento termoeléctrico, y la segunda bomba de calor termoeléctrica incluye una segunda pluralidad de elementos de enfriamiento termoeléctrico. Formas de realización adicionales van dirigidas a un sistema de enfriamiento o refrigeración termoeléctrica que comprende el aparato caloportador.

40 La Figura 13 ilustra un aparato aceptador de calor 600 que incluye un bloque de intercambio de calor 610, un primer y un segundo bucles de entrada 608, 609 acoplados al bloque de intercambio de calor 610, y una línea de interconexión 601 de acuerdo con una forma de realización de la presente divulgación (tal como se puede usar con una unidad de refrigeración termoeléctrica que se representa en las Figuras 15 y 16). La Figura 14 ilustra elementos internos del bloque de intercambio de calor 610 (que se pueden formar con aluminio, cobre u otro metal adecuado). El bloque de intercambio de calor 610 incluye cuatro puertos de fluido longitudinales 611 que se pueden formar perforando o con otros medios adecuados de formación de cavidades, y produciendo una parte abovedada en la terminación 612 de cada puerto de fluido longitudinal 611. Extremos respectivos del primer y el segundo bucles de entrada 608, 609 son recibidos por los cuatro puertos de fluido longitudinales 611. Cerca de las terminaciones 612, un puerto de interconexión 613 se extiende lateralmente a través de los puertos de fluido longitudinales 611 y el mismo se puede formar por perforación o con otros medios adecuados de formación de cavidades. La línea de interconexión 601 está acoplada al puerto de interconexión 613, y termina en extremos opuestos con accesorios de conexión 602A, 602B que permiten añadir (o retirar) fluido caloportador a(de) los bucles de entrada 608, 609. Preferentemente, cada bucle de entrada 608, 609 está dispuesto para el transporte pasivo de fluido caloportador, y se puede materializar en un termosifón o tubo de calor. En ciertas formas de realización, el primer bucle de entrada 608 puede estar dispuesto a lo largo de laterales de una cámara frigorífica, y el segundo bucle de entrada 609 puede estar dispuesto a lo largo de una pared trasera de una cámara frigorífica.

60 La Figura 15 es una vista de conjunto y en perspectiva de una unidad de refrigeración termoeléctrica, y la Figura 16 ilustra la unidad de refrigeración termoeléctrica 700 tras su ensamblaje. Una cámara frigorífica 702 está delimitada por una pared interior 703 y una puerta 704. Una pared exterior 701 rodea la pared interior 703, disponiéndose preferentemente un aislamiento (no mostrado) entre la pared interior 703 y la pared exterior 701. La pared exterior 701 puede formar una caja o armario sustentado desde debajo por patas o ruedas pivotantes 790. Los bucles de entrada 708-1, 709-1 están dispuestos a lo largo de las partes lateral superior y trasera superior de la pared interior 703, y los bucles de entrada 708-2, 709-2 están dispuestos a lo largo de las partes lateral inferior y trasera inferior de la pared interior 703, para recibir calor de la cámara frigorífica 702. Cada bucle de entrada 708-1, 709-1, 708-2, 709-2 está dispuesto preferentemente para el transporte pasivo de fluido

caloportador (por ejemplo, se puede materializar en un termosifón o tubo de calor). Los bucles de entrada superiores 708-1, 709-1 están acoplados a un bloque superior de intercambio de calor (no mostrado) dispuesto en comunicación térmica con (por ejemplo, presionado contra) una primera bomba de calor termoeléctrica 712-1 que incluye múltiples TEC, que pueden estar dispuestos por ejemplo en un cartucho según se ha descrito en la presente. De manera similar, los bucles de entrada inferiores 708-2, 709-2 están acoplados a un bloque inferior de intercambio de calor (no mostrado) dispuesto en comunicación térmica con una segunda bomba de calor termoeléctrica 712-2 que incluye múltiples TEC, que pueden estar dispuestos por ejemplo en un cartucho según se ha descrito en la presente. Las bombas de calor termoeléctricas 712-1, 712-2 pueden estar dispuestas a lo largo de una parte aislada 772 de una superficie trasera 771. Un aparato caloportador 515 (según se ilustra en las Figuras 11 y 12) puede estar dispuesto a lo largo de la parte aislada 772 de la superficie trasera 771, con el primer panel de intercambio de calor 514-1 dispuesto en comunicación térmica con (por ejemplo, presionado contra) la primera bomba de calor termoeléctrica 712-1, y con el segundo panel de intercambio de calor 514-2 dispuesto en comunicación térmica con la segunda bomba de calor termoeléctrica 712-2. Un primer y un segundo ventiladores 721-1, 721-2 pueden estar dispuestos en el rebaje o valle central (que se extiende en una dirección en general vertical entre series izquierda y derecha de aletas 517-1A, 517-1B, 517-2A, 517-2B del aparato caloportador 515. Una tapa 735 puede estar dispuesta sobre el aparato caloportador 515 y los ventiladores 721-1, 721-2. La tapa 735 incluye partes de panel con superficie perforada 740A, 740B y paredes laterales 739A, 739B dispuestas para situarse en apoyo con las series de aletas 517-1A, 517-1B, 517-2A, 517-2B. Una parte de panel central 736 incluye aperturas 738-1, 738-2 dispuestas para encajar sobre los ventiladores 721-1, 721-2, así como partes de pared medianeras superior e inferior 738-1. Se proporcionan aberturas 741-1A, 741-1B a lo largo de las partes superior e inferior de la tapa 735, entre las partes de pared medianeras 737 y las paredes laterales 739A, 739B para dejar al descubierto superficies superiores de aletas de las series superiores de aletas 517-1A, 517-1B y para dejar al descubierto superficies inferiores de aletas de las series inferiores de aletas 517-2A, 517-2B.

Para determinar la mejor configuración para los ventiladores 721-1, 721-2 de la unidad de refrigeración termoeléctrica 700, se llevaron a cabo pruebas (con un ambiente de 25 °C y una potencia de entrada total de ~35 W para las bombas de calor termoeléctricas, suministrándole a los ventiladores una potencia de entrada de 2,4 W (0,15 amperios a 12 voltios)). Se sometieron a prueba varias combinaciones de los ventiladores individuales aspirando, soplando y apagados. Finalmente, se observó que la configuración de los dos ventiladores soplando hacia fuera (en alejamiento con respecto a las bombas de calor termoeléctricas) produjo resultados mejores que cualquier otra configuración, obteniéndose las temperaturas superior, inferior y media más bajas de las superficies de las bombas de calor termoeléctricas del lado caliente.

Durante el funcionamiento de la unidad de refrigeración termoeléctrica 700 de las Figuras 15 y 16, las bombas de calor termoeléctricas 712-1, 712-2 se energizan, enfriando así los bucles de entrada 708-1, 709-1, 708-2 y 709-2 para recibir calor de la cámara frigorífica 702. El calor aceptado por los bucles de entrada 708-1, 709-1, 708-2 y 709-2 se transporta a las bombas de calor termoeléctricas 712-1, 712-2, y es recibido por el aparato caloportador 515 para su disipación (por parte de las series de aletas 517-1A, 517-1B, 517-2A y 517-2B) a un entorno ambiental. Los ventiladores 721-1, 721-2 se pueden energizar (según se ha descrito previamente en la presente) para extraer aire a través de las series de aletas 517-1A, 517-1B, 517-2A y 517-2B, con el fin de mejorar el transporte convectivo de calor cuando sea necesario (tal como durante el descenso/la recuperación de temperatura o en condiciones de temperatura ambiente anormalmente elevada), y los ventiladores 721-1, 721-2 se pueden desenergizar, sin embargo, durante un funcionamiento de estado estacionario cuando el transporte pasivo de calor es preferentemente suficiente para mantener una temperatura de consigna deseada en la cámara frigorífica 702.

Aquellos versados en la materia reconocerán mejoras y modificaciones para las formas de realización preferidas de la presente divulgación. Cualesquiera de las diversas características y elementos que se divulgan en la presente memoria se pueden combinar con otra u otras características y elementos divulgados, a no ser que se indique lo contrario en la presente memoria.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema caloportador (200; 250) dispuesto para mantener una temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna de una cámara o superficie, comprendiendo el sistema caloportador:

5 por lo menos un intercambiador de calor (208; 258);

un conducto de fluido (214; 264) que contiene un fluido caloportador en comunicación térmica con dicho por lo menos un intercambiador de calor;

10 por lo menos una unidad de convección forzada (221; 271) que se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia convectiva de calor con respecto a dicho por lo menos un intercambiador de calor; y

15 un controlador dispuesto para:  
 recibir unos datos de temperatura indicativos de por lo menos una de entre (i) la temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) la temperatura de la cámara o superficie;

20 activar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (a) y (b): (a) la temperatura de la cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas de estado estacionario que incluye la temperatura de consigna o el intervalo de temperaturas de consigna, y (b) la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental; y

25 desactivar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (I) y (II): (I) la temperatura de la cámara o superficie se encuentra dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y (II) la temperatura de un entorno ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental,

caracterizado por que el fluido caloportador comprende una fase líquida y una fase gaseosa dentro del conducto de fluido, y está dispuesto para flujo pasivo dentro del conducto de fluido.

35 2. Sistema caloportador según la reivindicación 1, en el que el conducto de fluido comprende un termosifón o un tubo de calor.

40 3. Sistema caloportador de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho por lo menos un intercambiador de calor, el conducto de fluido y el fluido caloportador están dispuestos para mantener una temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna de la cámara o superficie sin accionamiento de la unidad de convección forzada durante un funcionamiento de estado estacionario cuando la temperatura del entorno ambiental no supera la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental.

45 4. Sistema caloportador según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que:  
 dicho por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de evacuación expuesto al entorno ambiental; y

50 dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la disipación de calor desde el intercambiador de calor de evacuación al entorno ambiental.

55 5. Sistema caloportador según la reivindicación 4, en el que el intercambiador de calor de evacuación comprende una pluralidad de aletas (305; 517), y en el que el conducto de fluido está en comunicación térmica conductora con la pluralidad de aletas.

60 6. Sistema caloportador según la reivindicación 4, en el que el sistema caloportador comprende por lo menos una bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor del conducto de fluido y transportar calor al intercambiador de calor de evacuación, y dicha por lo menos una bomba de calor termoeléctrica se hace funcionar como respuesta a la temperatura de la cámara o superficie.

65 7. Sistema caloportador según la reivindicación 6, en el que dicha por lo menos una bomba de calor termoeléctrica comprende una pluralidad de bombas de calor termoeléctricas, y el controlador está dispuesto para controlar por separado por lo menos dos bombas de calor termoeléctricas de la pluralidad de bombas de calor termoeléctricas.

8. Sistema caloportador según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicho por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de entrada dispuesto entre la cámara o superficie y el conducto de fluido, y dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la transferencia de calor desde la cámara o superficie al intercambiador de calor de entrada.

9. Sistema caloportador según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que una condición indicativa de un estado, en el que la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental de un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental es detectada por la detección de una temperatura de dicho por lo menos un intercambiador de calor.

10. Sistema caloportador según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicha por lo menos una unidad de convección forzada comprende un ventilador accionado eléctricamente (311, 321; 721).

11. Método de control de un sistema caloportador para mantener una temperatura de consigna o intervalo de temperaturas de consigna de una cámara o superficie, incluyendo el sistema caloportador por lo menos un intercambiador de calor, un conducto de fluido que contiene un fluido caloportador en comunicación térmica con dicho por lo menos un intercambiador de calor, y por lo menos una unidad de convección forzada que se puede hacer funcionar selectivamente para mejorar la transferencia convectiva de calor con respecto a dicho por lo menos un intercambiador de calor, comprendiendo el método:

recibir unos datos de temperatura indicativos de por lo menos una de entre (i) la temperatura de un entorno ambiental que contiene el sistema caloportador, y (ii) la temperatura de la cámara o superficie;

activar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de por lo menos una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (a) y (b): (a) la temperatura de la cámara o superficie supera un intervalo de temperaturas de estado estacionario que incluye la temperatura de consigna o el intervalo de temperaturas de consigna, y (b) la temperatura de un entorno ambiental supera una temperatura umbral del entorno ambiental o un intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental;

desactivar dicha por lo menos una unidad de convección forzada tras la detección de una condición indicativa de por lo menos uno de entre los siguientes estados (I) y (II): (I) la temperatura de la cámara o superficie se encuentra dentro del intervalo de temperaturas de estado estacionario, y (II) la temperatura de un entorno ambiental está por debajo de la temperatura umbral del entorno ambiental o el intervalo de temperaturas umbral del entorno ambiental;

caracterizado por que:

el fluido caloportador comprende una fase líquida y una fase gaseosa dentro del conducto de fluido, y por:

estar dispuesto para flujo pasivo dentro del conducto de fluido.

12. Método según la reivindicación 11, en el que:

dicho por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de evacuación expuesto al entorno ambiental;

dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la disipación de calor desde el intercambiador de calor de evacuación al entorno ambiental;

el sistema caloportador comprende por lo menos una bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor del conducto de fluido y transportar calor al intercambiador de calor de evacuación; y

el método además comprende controlar selectivamente dicha por lo menos una unidad de convección forzada como respuesta a la temperatura de la cámara o superficie.

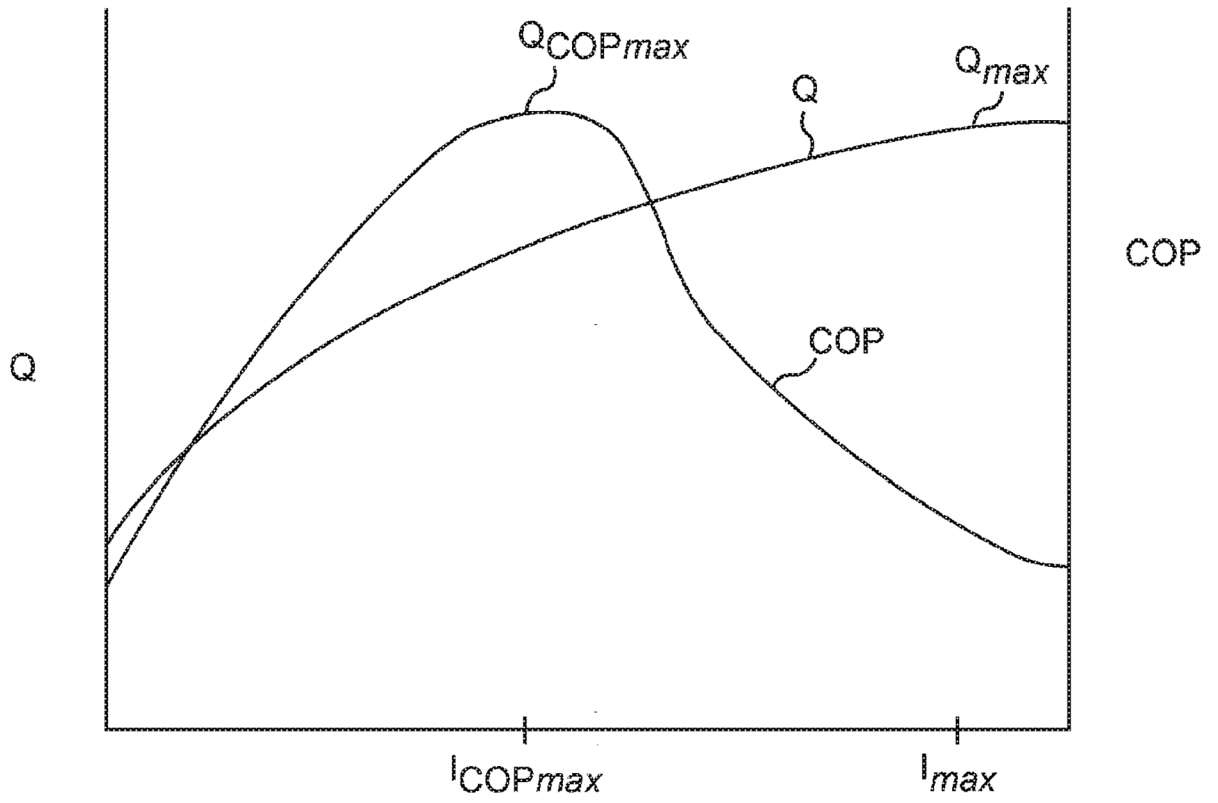
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en el que:

dicho por lo menos un intercambiador de calor comprende un intercambiador de calor de entrada dispuesto entre la cámara o superficie y el conducto de fluido;

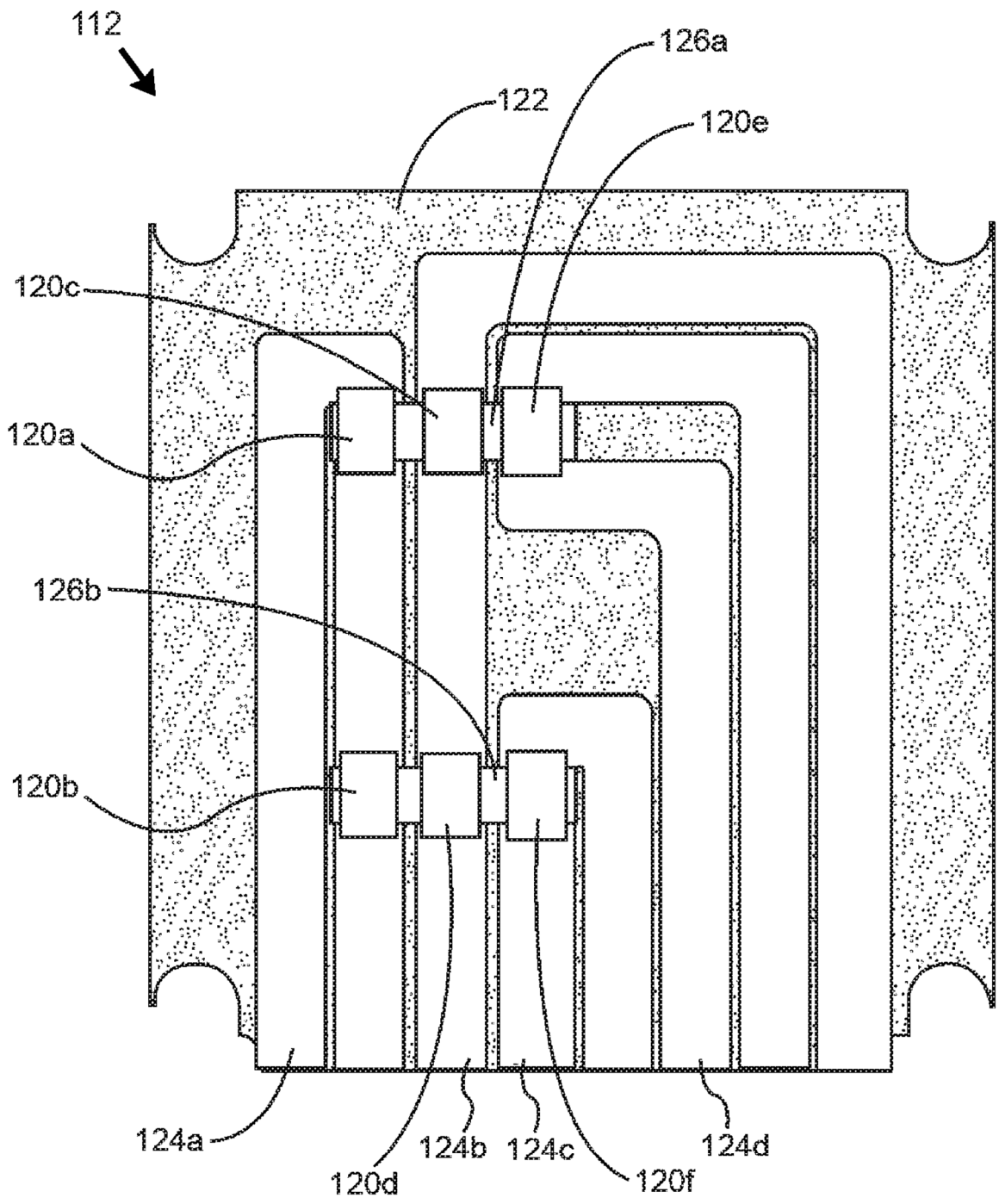
dicha por lo menos una unidad de convección forzada está dispuesta para mejorar la transferencia de calor desde la cámara o superficie al intercambiador de calor de entrada;

el sistema caloportador comprende por lo menos una bomba de calor termoeléctrica dispuesta para recibir calor del intercambiador de calor de entrada; y

el método además comprende controlar selectivamente dicha por lo menos una unidad de convección forzada como respuesta a la temperatura de la cámara o superficie.

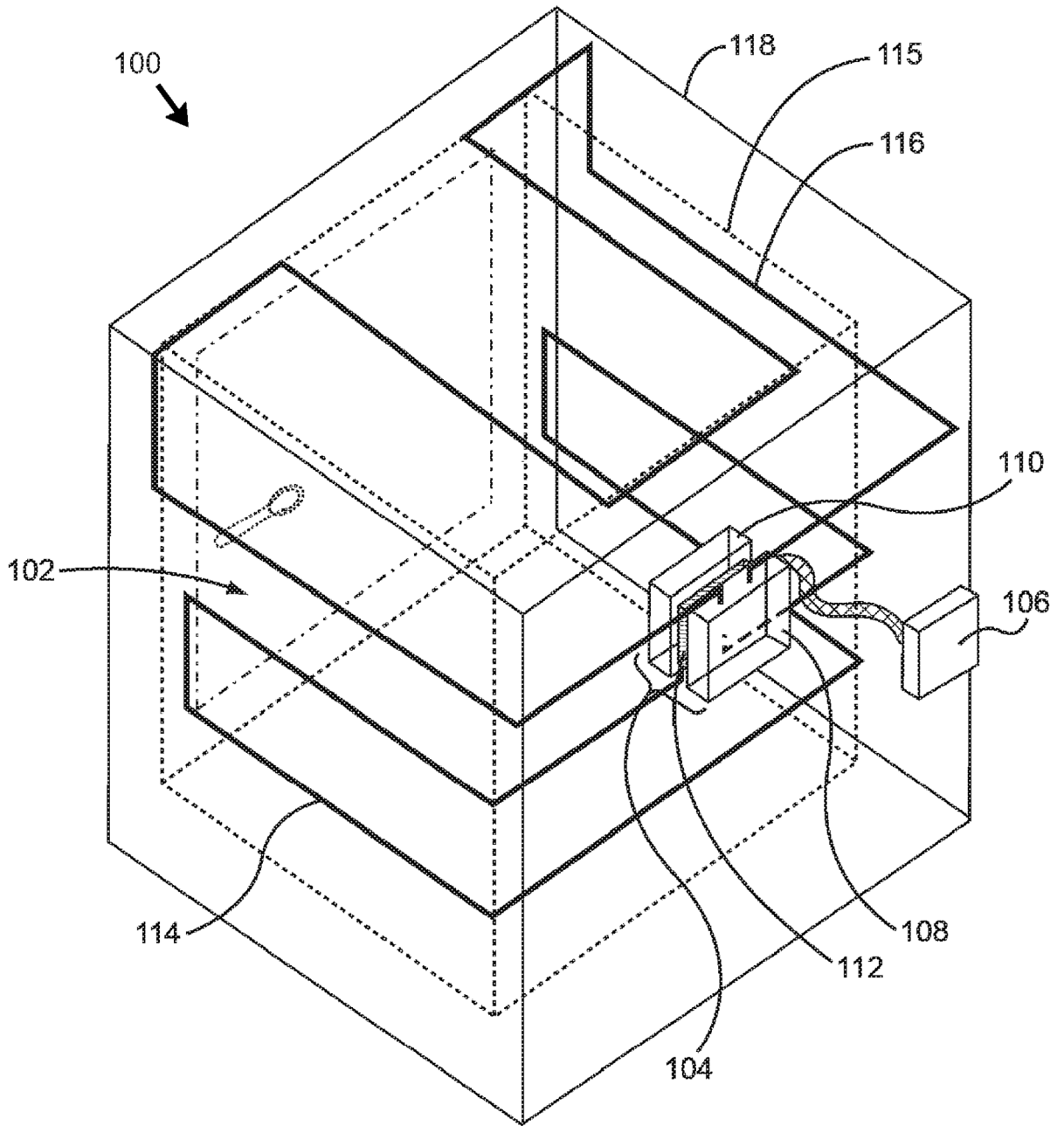


**Figura 1**

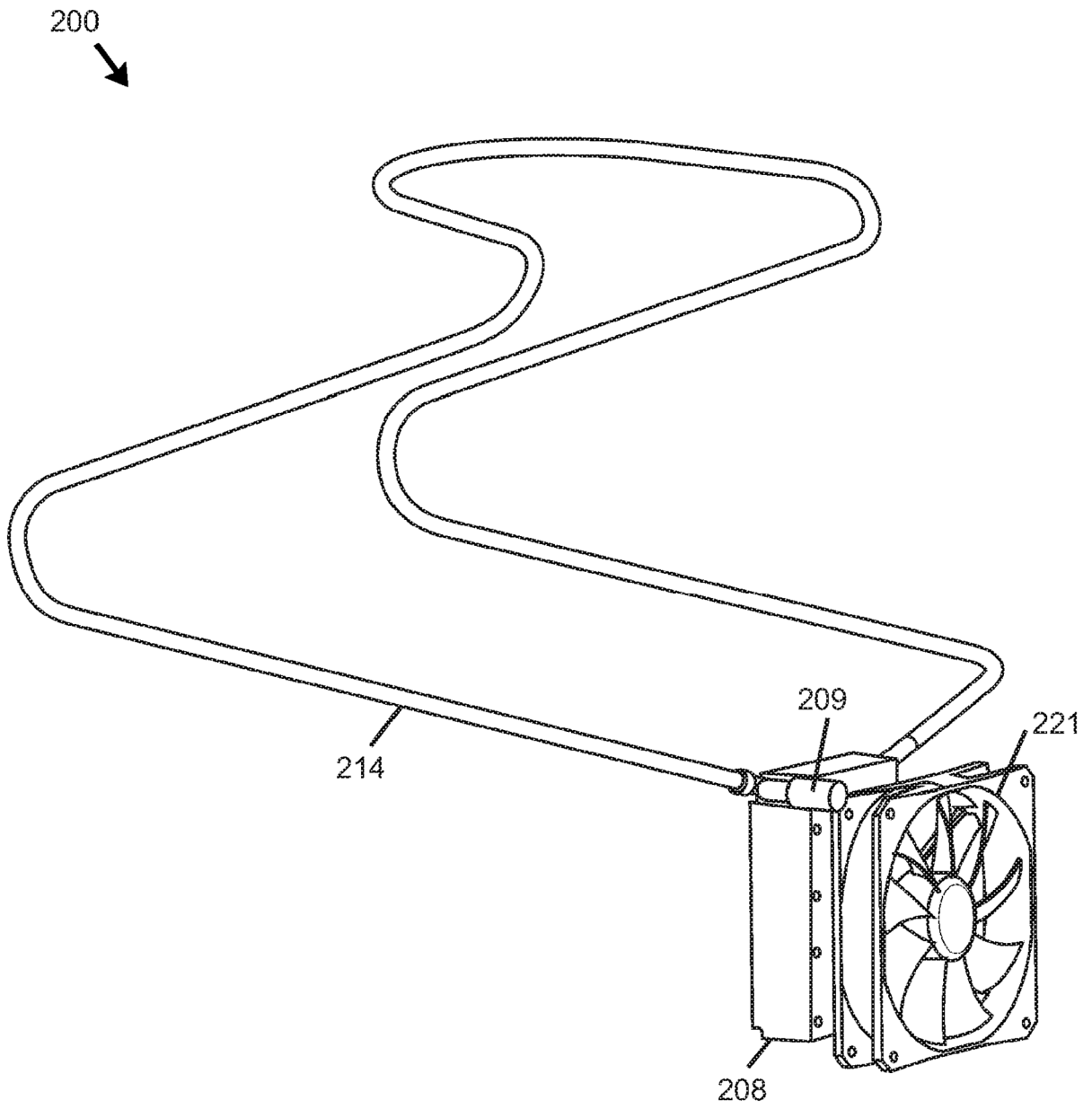


**Figura 2**

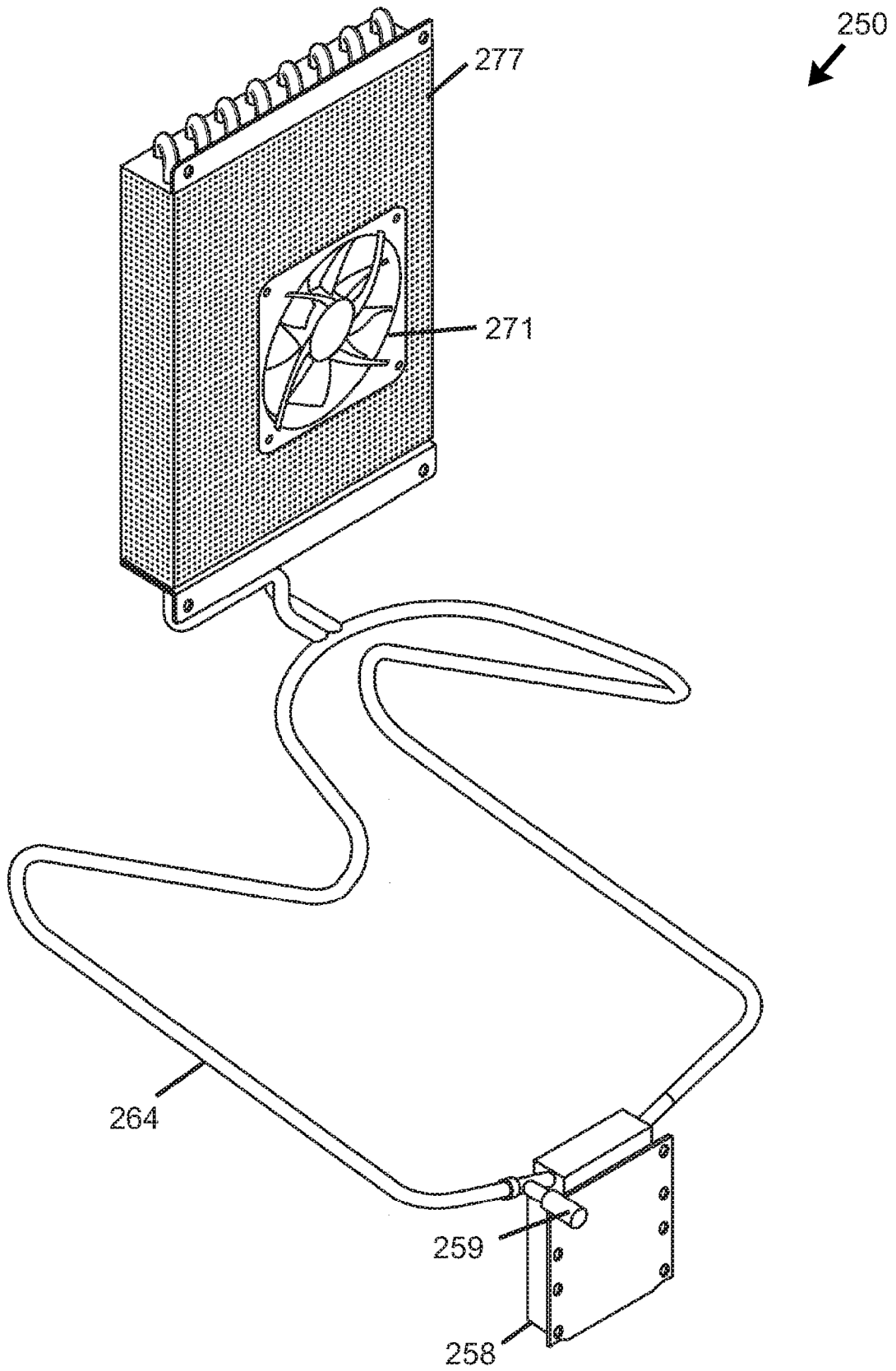




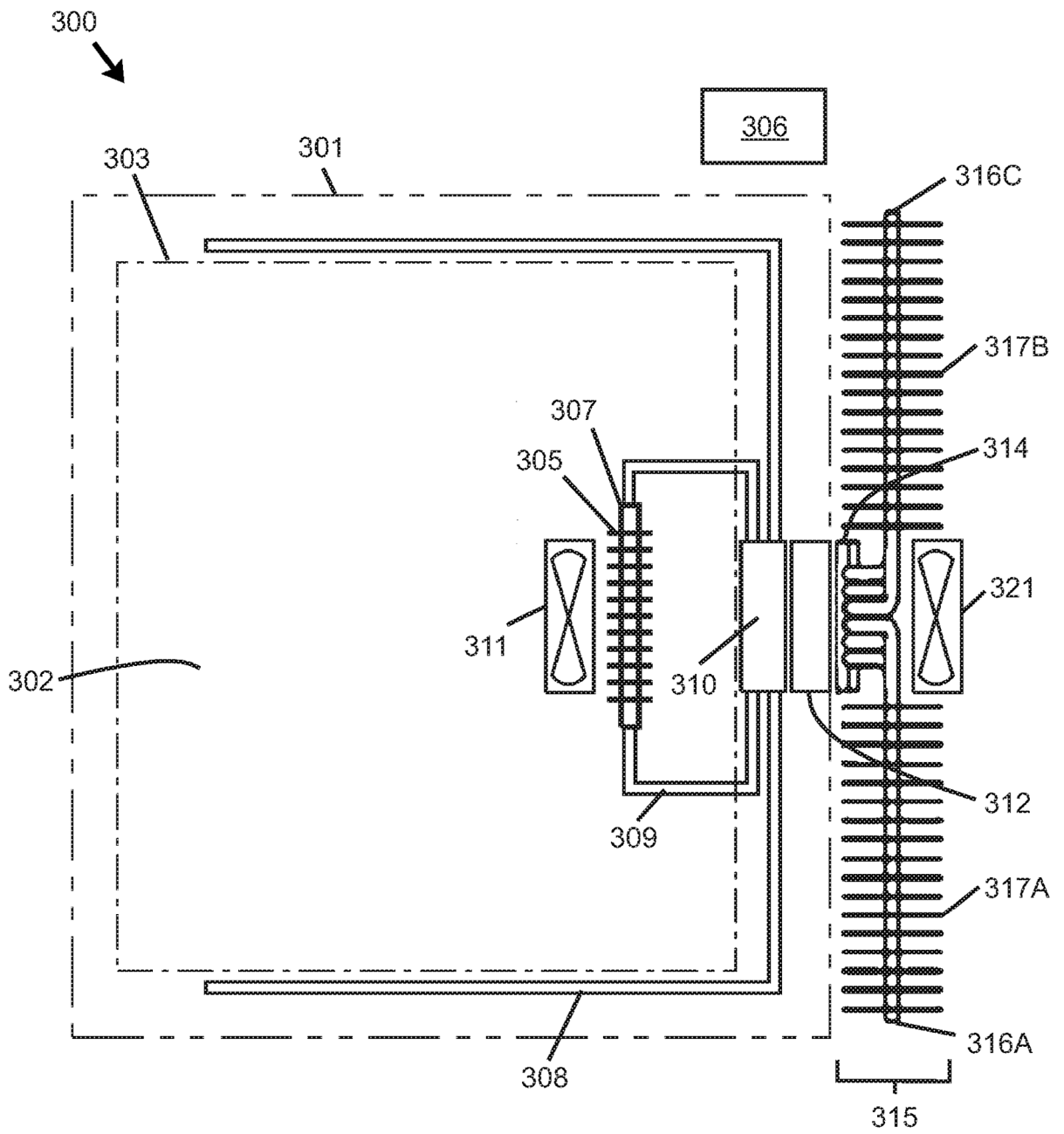
**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**

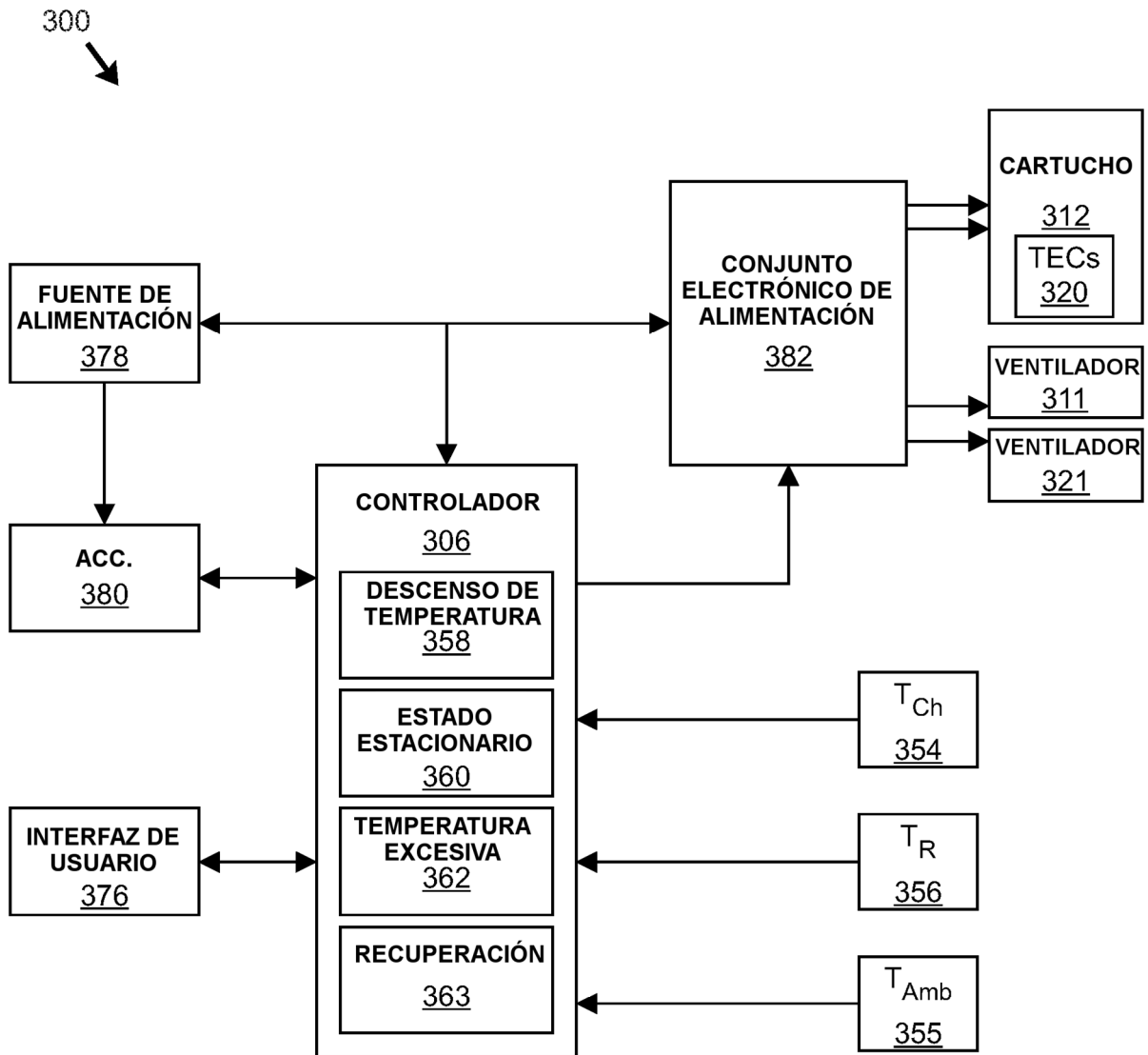


Figura 7

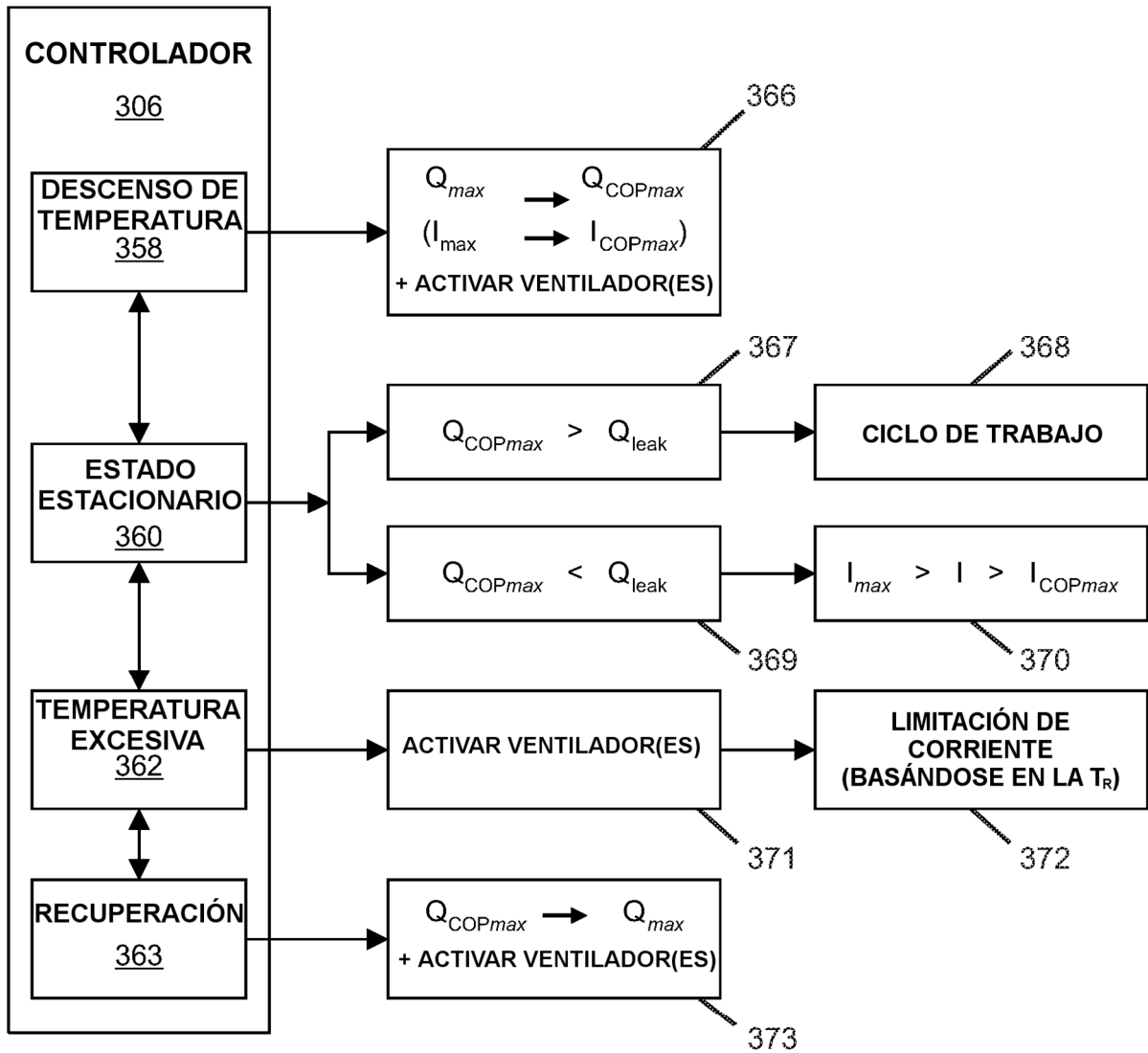
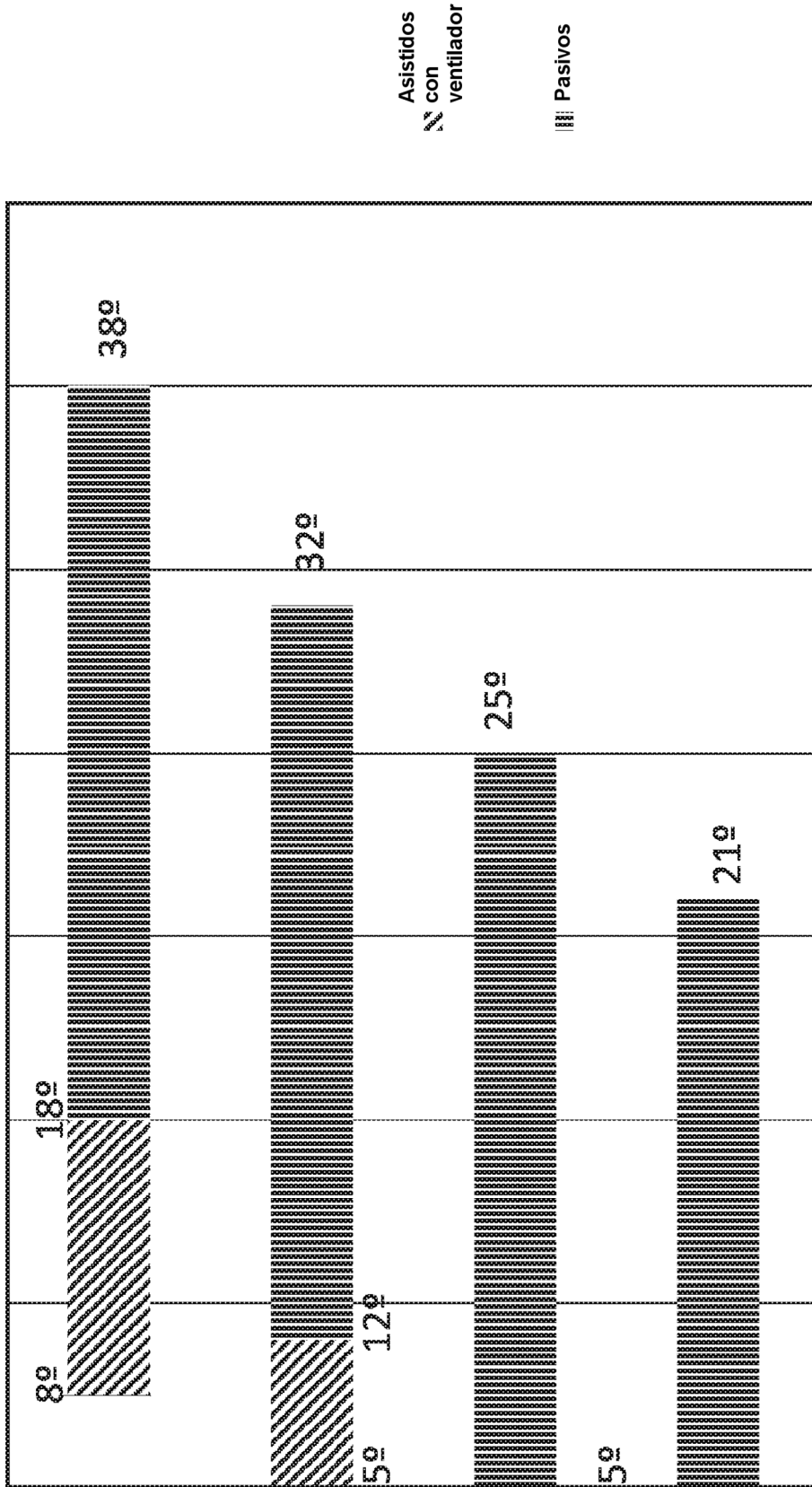


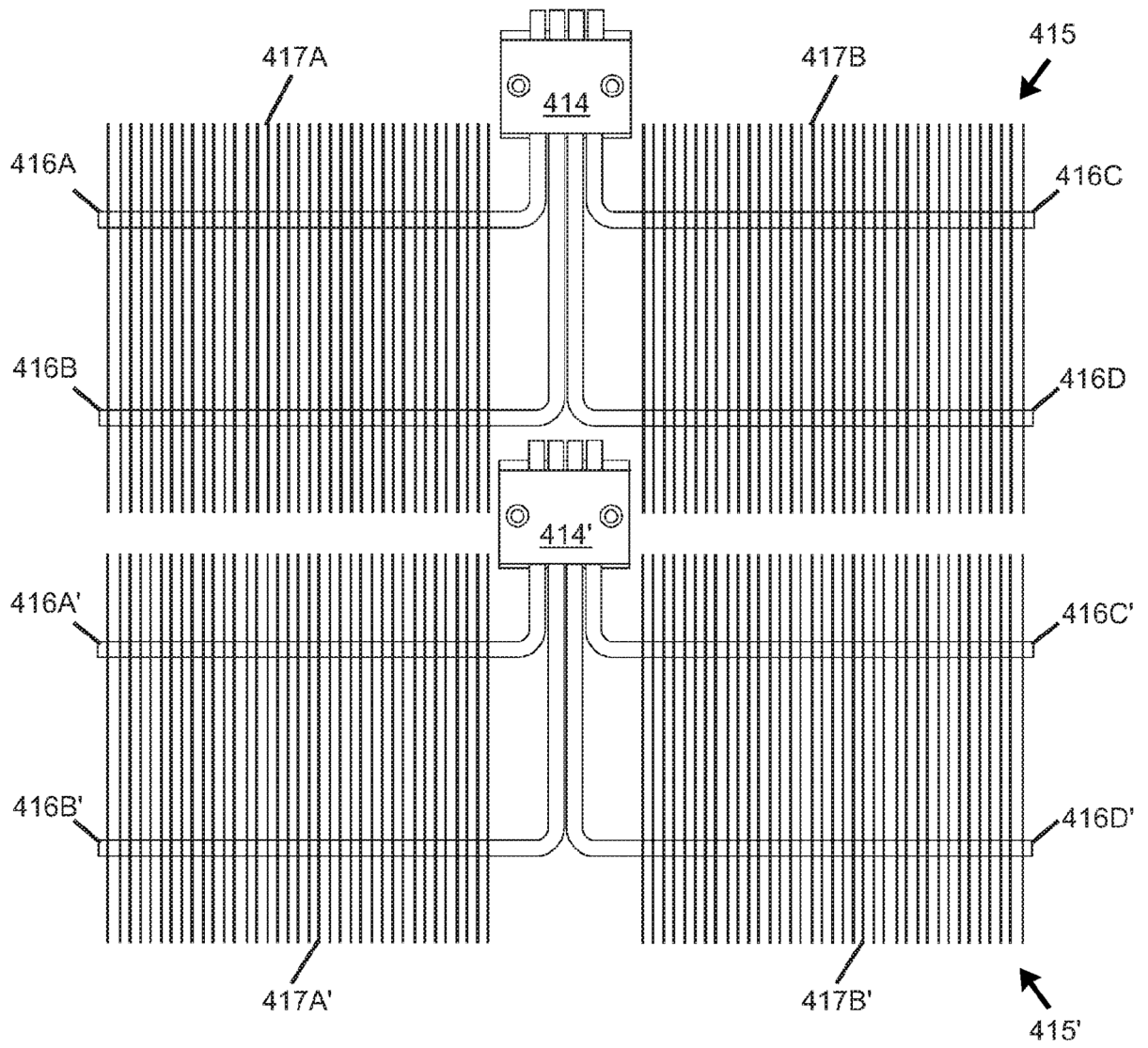
Figura 8

Métodos de transferencia de calor



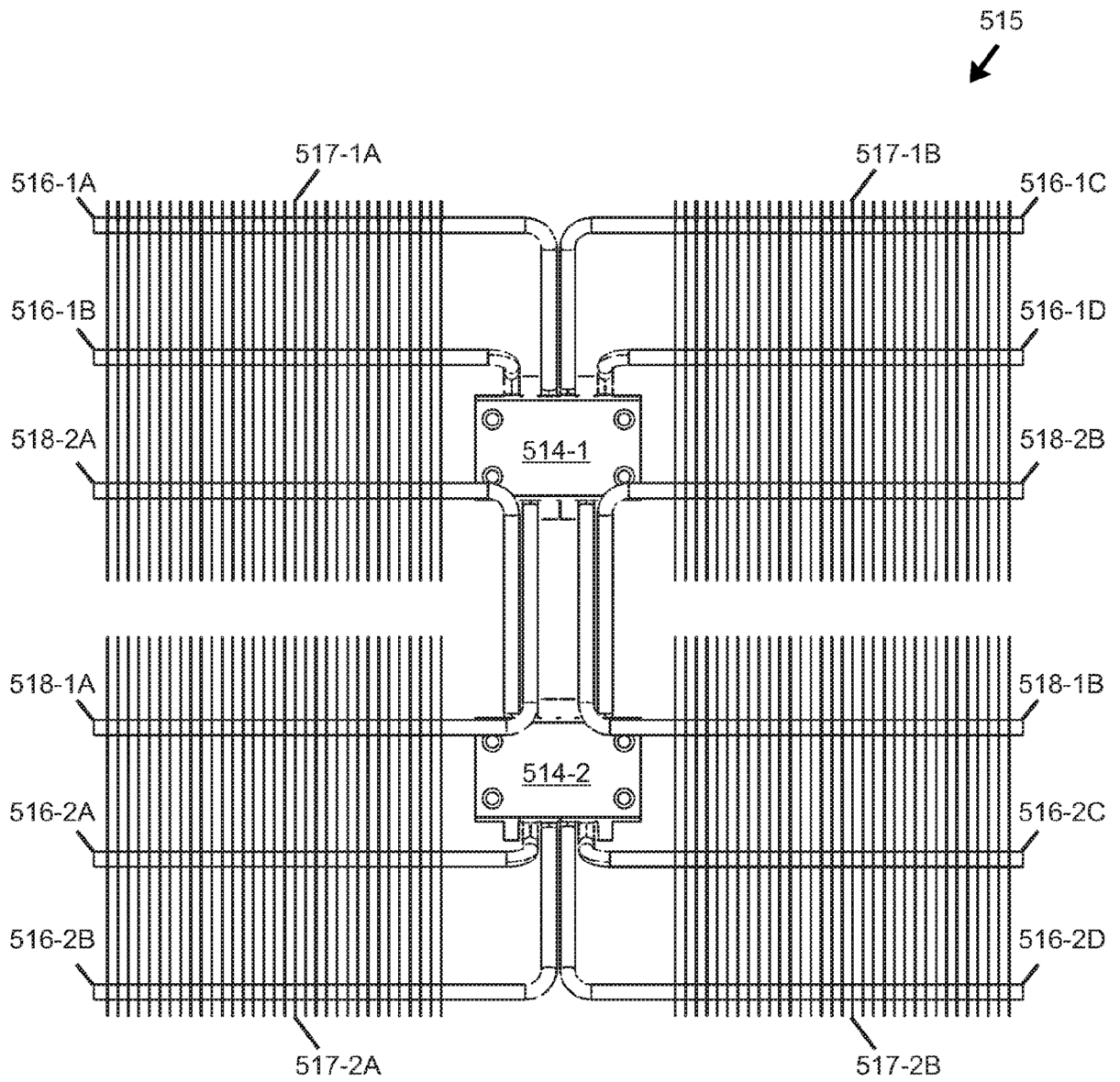
Temperatura (°C)

Figura 9

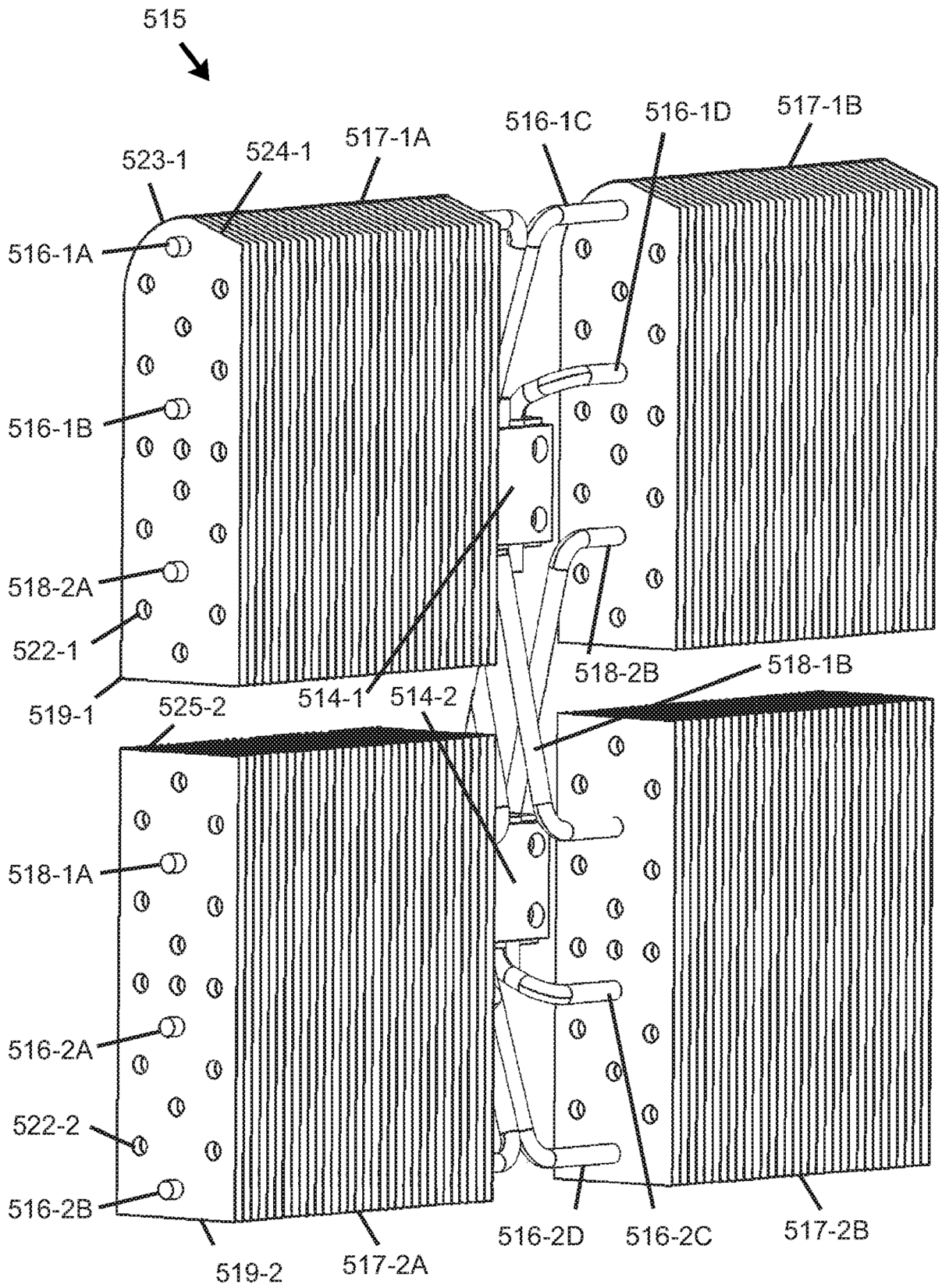


**Figura 10**

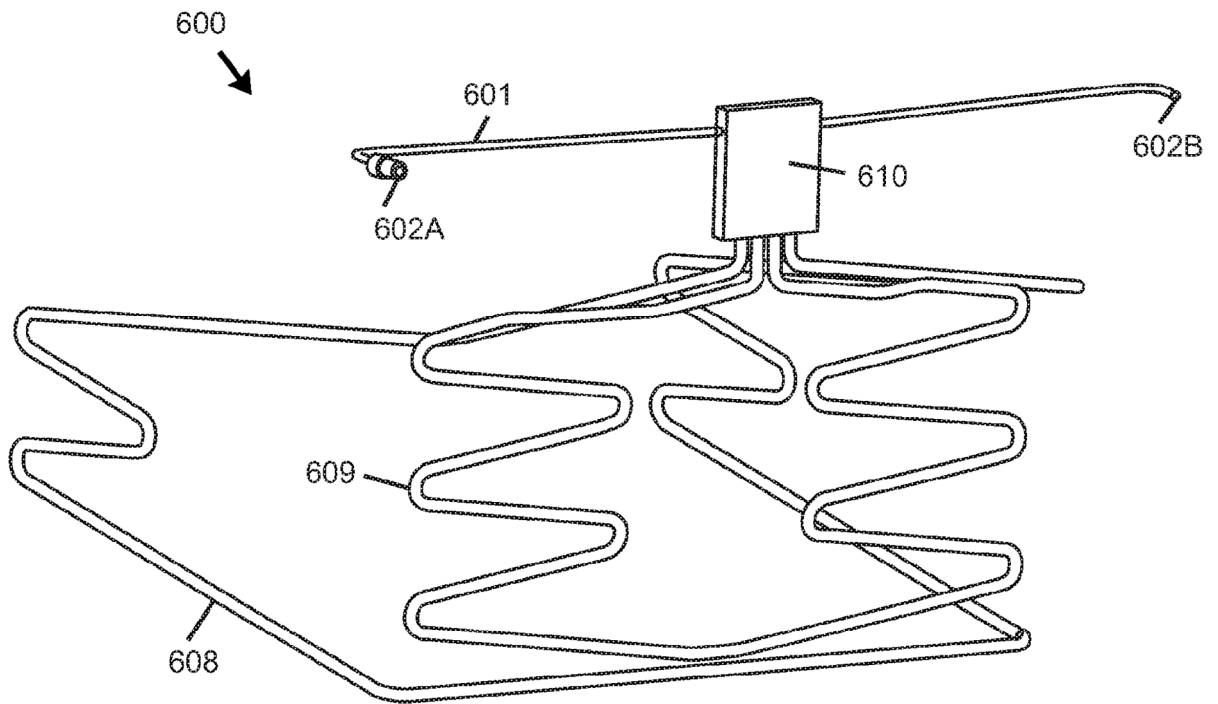




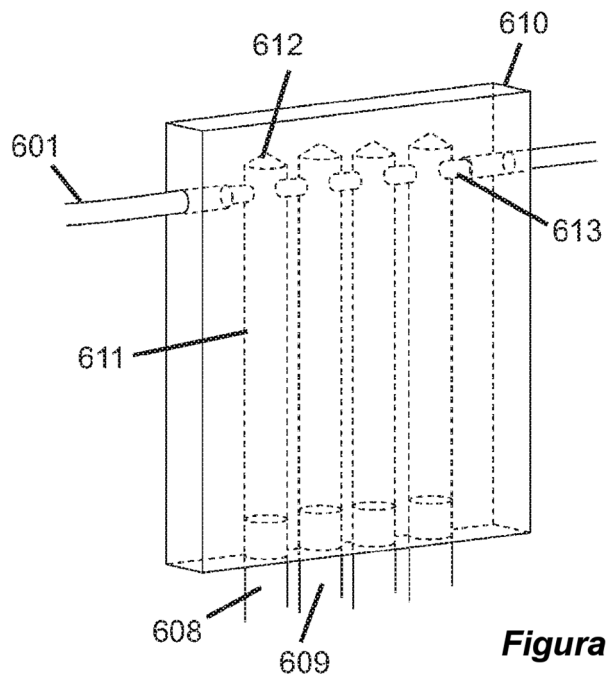
**Figura 11**



**Figura 12**



**Figura 13**



**Figura 14**

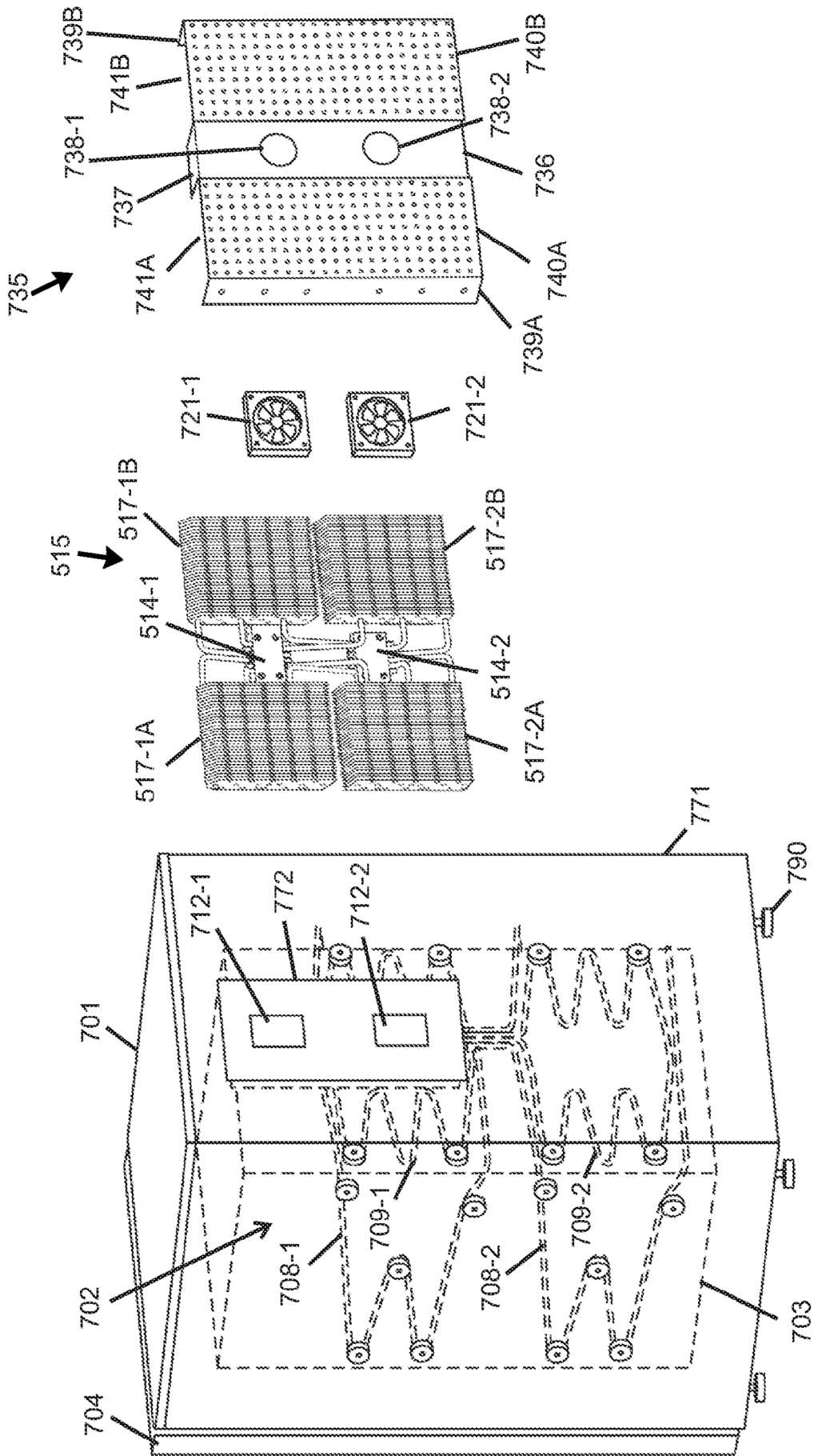
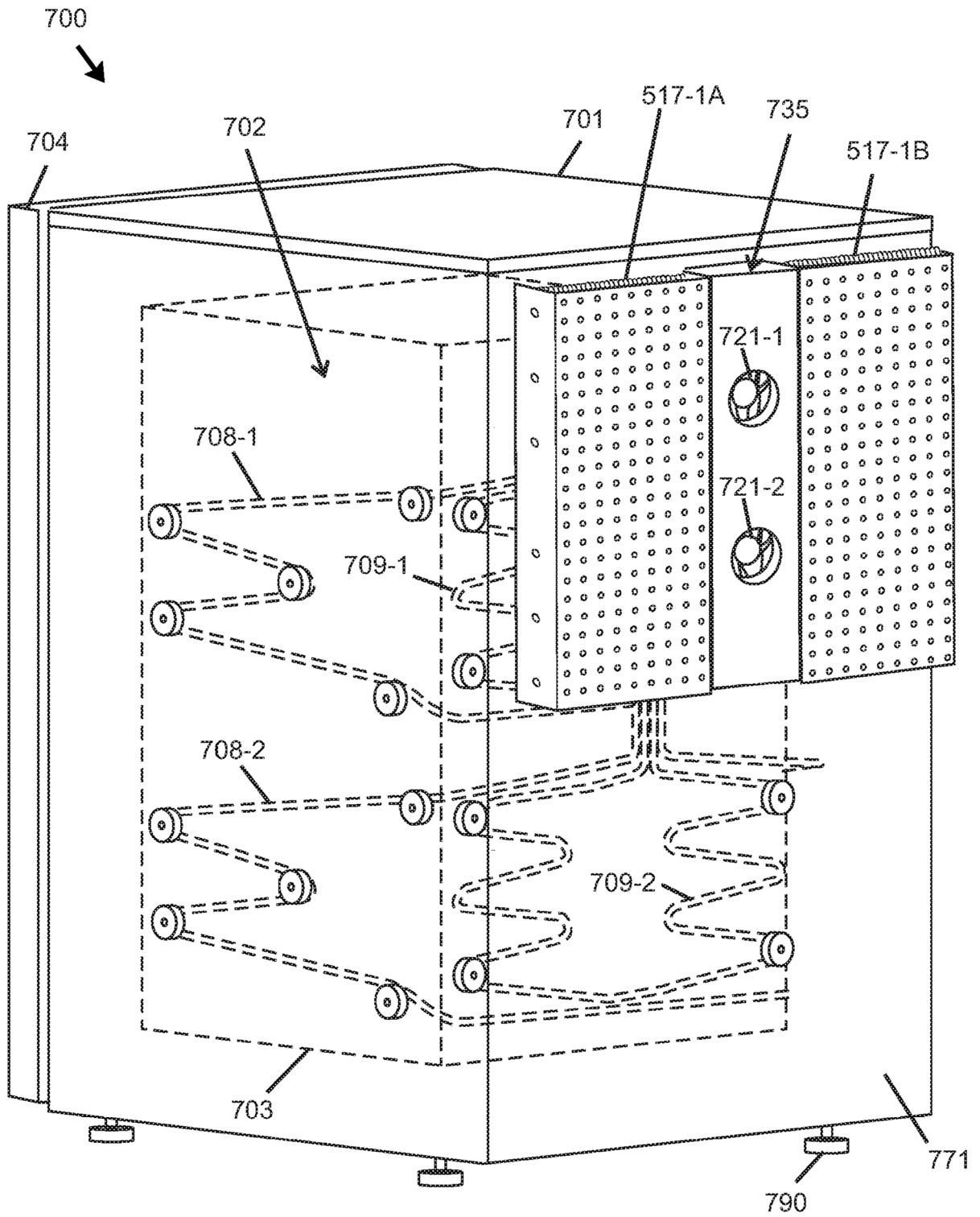


Figure 15



**Figura 16**