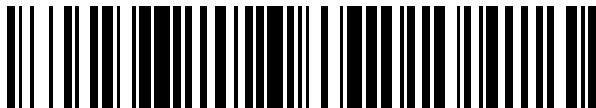


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 690 339**

(51) Int. Cl.:

F28D 15/02 (2006.01)

F28D 15/04 (2006.01)

F28D 15/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2014 PCT/EP2014/052896**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014 WO14125064**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2014 E 14704781 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 2956729**

(54) Título: **Dispositivo de transporte de calor de fluido bifásico**

(30) Prioridad:

14.02.2013 FR 1351282

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2018

(73) Titular/es:

**EURO HEAT PIPES (100.0%)
24 rue de l'Industrie
1400 Nivelles, BE**

(72) Inventor/es:

DUPONT, VINCENT

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 690 339 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de transporte de calor de fluido bifásico

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a los dispositivos de transporte de calor de fluido bifásico, en particular, a los dispositivos pasivos de lazo fluido bifásico de bombeo capilar o que utilizan la gravedad.

10 Estado de la técnica

Se conoce por el documento FR-A-2949642 un ejemplo de tal dispositivo utilizado como medio de enfriamiento para un convertidor de potencia electrotécnico. El documento US 4 576 009 divulga un dispositivo de transferencia térmica, adaptado para extraer calor desde una fuente caliente y para restituir este calor a una fuente fría por medio de un fluido de trabajo bifásico contenido en un circuito general cerrado.

En condiciones de funcionamiento establecidas, estos dispositivos satisfacen plenamente. Sin embargo, se ha constatado que las fases de arranque a partir de un estado "en frío" (Temperatura ambiente mínima y flujo térmico nulo) podrían ser particularmente delicadas para unas potencias térmicas importantes y podrían precisar una etapa previa de acondicionamiento, por ejemplo, mediante un calentamiento previo del depósito. Sin este acondicionamiento, la presión en el circuito podría resultar insuficiente para garantizar una transferencia de calor suficiente.

Por lo tanto, ha surgido la necesidad de mejorar la disponibilidad del arranque relativo a tales lazos bifásicos.

25 Objeto de la invención

Para tal efecto, la invención tiene por objeto un dispositivo de transferencia térmica, desprovisto de regulación activa, sin sistema de control activo, adaptado para extraer calor desde una fuente caliente y para restituir este calor a una fuente fría por medio de un fluido de trabajo bifásico contenido en un circuito general cerrado, que comprende al menos un evaporador, que tiene una entrada y una salida, al menos un condensador, distinto y a cierta distancia del evaporador, un depósito que tiene un volumen interior, con una porción líquida y una porción gaseosa separadas por una interfaz líquido-vapor y al menos un orificio de entrada/salida dispuesto al nivel de la porción líquida, pudiendo variar el volumen de la porción líquida entre un volumen mínimo Vmin y un volumen máximo Vmax,

- 35
- un primer circuito de comunicación, para un fluido de trabajo esencialmente en fase de vapor, que conecta la salida del evaporador con una entrada del condensador,
 - un segundo circuito de comunicación, para un fluido de trabajo esencialmente en fase líquida, que conecta una salida del condensador al depósito y a la entrada del evaporador,

40 caracterizado por que la porción gaseosa del depósito comprende una fase de vapor del fluido de trabajo con una primera presión parcial P1 (presión determinada por la temperatura del depósito) y un gas auxiliar no condensable con una segunda presión parcial P2, estando esta última predeterminada para poder obtener una presión total superior o igual a una presión mínima de funcionamiento predeterminada requerida cuando la porción líquida en la 45 totalidad del circuito general cerrado está a un volumen total mínimo.

Gracias a estas disposiciones, en particular, gracias a la segunda presión parcial P2, se garantiza una presión mínima en el depósito debido a la presencia del gas auxiliar no condensable en la porción gaseosa del depósito, incluso cuando la porción de líquido está en su mínimo o que el dispositivo está completamente frío, sin aporte de calor al evaporador desde hace bastante tiempo. La presión mínima vinculada a la presencia del gas auxiliar no condensable en el depósito permite obtener una temperatura de saturación elevada en el segundo circuito de comunicación (el conducto de gas), lo que permite obtener una densidad mínima de la fase de vapor del fluido de trabajo y dado que la capacidad de transporte de calor del lazo es proporcional a la densidad de la fase de vapor, se puede obtener instantáneamente una mejor capacidad de transporte de calor en cuanto se produce el arranque en frío del lazo.

Además, gracias a estas disposiciones, se obtiene una regulación pasiva sin necesidad de un sistema de control activo, lo que aumenta la fiabilidad de este tipo de dispositivos. Un sistema de ese tipo, sin bombeo activo y sin sistema de control activo, no precisa ningún mantenimiento y presenta una fiabilidad muy elevada; y su consumo energético es muy débil, incluso nulo.

Preferentemente se selecciona, como gas auxiliar no condensable, un gas que permanece en estado gaseoso sobre todo el intervalo de temperatura/presión al que está sometido el dispositivo; además, se selecciona como gas auxiliar un gas con un bajo coeficiente de difusión en líquidos.

65 En diversos modos de realización de la invención, eventualmente, se puede recurrir además a una y/u otra de las

siguientes disposiciones:

- el gas auxiliar no condensable puede ser helio; considerando que las propiedades físicoquímicas del helio convienen perfectamente y este gas presenta una buena disponibilidad industrial;
- 5 - el fluido de trabajo puede ser metanol; este fluido permite trabajar en un intervalo de temperaturas satisfactorio y presenta un rendimiento capilar satisfactorio.
- la segunda presión parcial P2 puede ser al menos varias veces superior a la primera presión parcial P1 cuando la porción líquida está en su volumen mínimo; de manera que la presión mínima sea lo bastante elevada como para permitir un arranque instantáneo sin preparación con una carga térmica importante;
- 10 - el volumen del depósito puede estar comprendido entre 1,3 y 2,5 veces el volumen máximo de la porción líquida; de manera que cuando el volumen de la porción líquida sea máximo, la presión y la temperatura en el depósito y en el lazo permanezcan limitadas y sigan siendo compatibles con una extracción eficaz de las calorías al nivel del evaporador;
- 15 - el dispositivo puede estar principalmente sometido a la gravedad terrestre, estando el orificio de entrada/salida dispuesto al nivel de al menos un punto bajo del depósito; considerando que se evita que el gas auxiliar no sea aspirado en dirección al evaporador;
- el dispositivo puede estar sometido principalmente a una microgravedad, comprendiendo el depósito una masa porosa dispuesta al menos en las inmediaciones del orificio de entrada; considerando que una barrera de líquido se forma en la masa porosa y se evita que el gas auxiliar sea aspirado en dirección al evaporador;
- 20 - el evaporador puede comprender una masa microporosa adaptada para garantizar un bombeo capilar de fluido en fase líquida; se obtiene así un sistema pasivo sin mantenimiento;
- en caso de que el dispositivo esté sometido principalmente a la gravedad, el evaporador sin estructura capilar puede colocarse por debajo del condensador y del depósito, de manera que se utilice la gravedad para desplazar el líquido hacia el evaporador; lo que representa una solución muy simple y particularmente robusta y fiable;
- 25 - se puede disponer una válvula antirretorno en la entrada del evaporador; se puede impedir así un retorno de líquido en dirección inversa al sentido de circulación normal e impedir así la desecación del evaporador en el arranque con una gran carga;

Descripción de las figuras

- 30 Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto tras la lectura de la siguiente descripción de dos modos de realización de la invención, aportados a modo de ejemplos no limitativos, con respecto a los dibujos adjuntos en los que:
- 35 - la figura 1 muestra una vista general de un dispositivo según un modo de realización de la invención,
 - la figura 2 ilustra los fluidos en un diagrama de presión-temperatura general,
 - las figuras 3A y 3B muestran el depósito con una porción líquida mínima y máxima respectivamente,
 - la figura 4 muestra un segundo modo de realización del dispositivo,
 - las figuras 5A y 5B ilustran unos diagramas de presión y temperatura de saturación en función de la temperatura ambiente.

Descripción detallada de la invención

- 45 En las diferentes figuras, las mismas referencias designan elementos idénticos o similares.
- La figura 1 muestra un dispositivo de transporte de calor de lazo de fluido bifásico. En el caso del primer modo, el bombeo está garantizado sacando partido del fenómeno de capilaridad. El dispositivo comprende un evaporador **1**, que tiene una entrada **1a** y una salida **1b**, y una masa microporosa **10** adaptada para garantizar el bombeo capilar. Para tal efecto, la masa microporosa **10** rodea un rebaje longitudinal central ciego **15** en comunicación con la entrada **1a** para recibir fluido de trabajo en estado líquido desde un conducto de fluido en fase líquida.
- 50 El evaporador **1** está acoplado térmicamente a una fuente caliente **11**, como, por ejemplo, un conjunto que comprende componentes electrónicos de potencia o cualquier otro elemento que genere calor, por ejemplo, por efecto Joule o mediante cualquier otro proceso.
- 55 Por efecto del aporte de calorías en contacto **16** con la masa microporosa llena de líquido, el fluido pasa del estado líquido al estado vaporoso y se evacua por la cámara de transferencia **17** y por un primer circuito de comunicación **4** que dirige dicho vapor hacia un condensador **2** que tiene una entrada **2a** y una salida **2b**; siendo el condensador **2** distinto y no adyacente con respecto al evaporador **1**.
- 60 En el evaporador **1**, las cavidades liberadas por el vapor evacuado se colman con el líquido aspirado por la masa microporosa **10** a partir del rebaje central **15** mencionado anteriormente; se trata del fenómeno de bombeo capilar bien conocido en sí. El flujo de calor **Q** extraído de la fuente caliente corresponde al caudal multiplicado por el calor latente **L** de vaporización del fluido de trabajo (**Q = L.dM/dt**).
- 65 En el interior del condensador **2**, el fluido en fase de vapor cede calor a una fuente fría **12**, lo que provoca un

enfriamiento del fluido en fase de vapor y su cambio de fase hacia la fase líquida, dicho de otro modo, su condensación.

5 Al nivel del condensador **2**, se hace bajar la temperatura del fluido de trabajo por debajo de su temperatura de equilibrio líquido-vapor, lo que también se denomina subenfriamiento ("sub cooling" en inglés) de manera que el fluido no puede volver a pasar al estado vaporoso sin el consiguiente aporte de calor.

10 La presión de vapor empuja el líquido en dirección a la salida **2b** del condensador **2** que desemboca en un segundo circuito de comunicación **5**, conectado a la entrada **1a** del evaporador **1**. Se obtiene así un lazo de circulación del fluido bifásico capaz de extraer calor desde la fuente caliente **11** para restituir este calor a una fuente fría **12**.

15 El calor transportado por la fase de vapor por el primer circuito de comunicación puede expresarse $Q=pVS$, representando p la densidad de la fase de vapor, V la velocidad de desplazamiento de la fase de vapor y S la sección del circuito de comunicación.

20 15 El segundo circuito de comunicación **5** está además conectado a un depósito **3**. Este depósito sirve de vaso de expansión para el fluido de trabajo y contiene fluido de trabajo a la vez en fase líquida y en fase gaseosa. Dicho depósito forma, con los circuitos de comunicación **4**, **5** primero y segundo, junto con el evaporador **1** y el condensador **2**, un circuito general cerrado, dicho de otro modo, hermético.

25 20 El depósito **3** presenta al menos un orificio de entrada/salida **31**, y un volumen interior **30** determinado, generalmente establecido en el diseño para una aplicación considerada. Eventualmente, este volumen puede ajustarse mediante un dispositivo mecánico maniobrado manual o automáticamente. El depósito incluye, asimismo, un orificio de llenado **36** que permite un llenado inicial del circuito, estando este orificio de llenado cerrado el resto del tiempo. Cabe destacar que el depósito **3** puede tener cualquier forma y, en particular, paralelepípeda, cilíndrica u otra.

30 25 El dispositivo de transferencia de calor está diseñado para poder funcionar en determinado intervalo de temperatura ambiente; en el ejemplo ilustrado este intervalo de temperatura puede ser: [-50 °C, +50 °C]. Por otra parte, resulta deseable que la fuente caliente **11** no supere determinada temperatura máxima predeterminada, sea cual sea el flujo de calor a evacuar. Esta temperatura máxima predeterminada puede ser, por ejemplo, de 100 °C. Por supuesto, estas temperaturas pueden depender del tipo de aplicación buscada, aplicaciones espaciales en microgravedad, aplicaciones terrestres a bordo de un vehículo o en un emplazamiento fijo.

35 30 El fluido de trabajo del lazo se selecciona para que sea siempre potencialmente bifásico en el intervalo de temperaturas y presiones del fluido del lazo bifásico, en función del intervalo de temperatura mencionado anteriormente (véase la referencia **14** en la Fig. 2).

40 35 De este modo, el fluido de trabajo puede seleccionarse de entre una lista que comprende, en concreto, amoniaco, acetona, metanol, agua, fluidos dieléctricos de tipo HFE7200 o cualquier otro fluido adecuado. En el ejemplo detallado a continuación, preferentemente, se seleccionará el metanol.

45 40 En el interior del depósito **3**, se encuentra una porción líquida **6** que comprende esencialmente fluido de trabajo (en este caso, metanol) en fase líquida y una porción gaseosa **7** que comprende fluido en fase de vapor, pero también, como se verá con detalle más adelante, un gas auxiliar no condensable **8**. El gas auxiliar no condensable **8** (denotado "NCG" por sus siglas en inglés de Non Condensable Gas) permanece confinado en la porción gaseosa del depósito sin participar directamente en los intercambios térmicos; tiene el efecto de crear una presión mínima en esta porción gaseosa. La presión parcial de este gas auxiliar no condensable **8** está denotada **P2**. En el intervalo de temperaturas y presiones de la aplicación, este gas auxiliar no condensable permanece en estado gaseoso, como aparece en la figura 2, en el lado derecho.

50 45 Cabe destacar en este caso que, según la técnica anterior conocida, la presencia de gas no condensable en el circuito de trabajo es indeseable, ya que, si unas burbujas de gas no condensable llegan a la zona del evaporador capilar, disminuye el rendimiento térmico de vaporización y esto puede incluso conllevar una desactivación del evaporador capilar, lo que en determinadas aplicaciones críticas podría ser catastrófico.

55 50 En un entorno en el que se ejerce una gravedad, la porción gaseosa **7** se sitúa por encima de la porción líquida **6** y una interfaz líquido-vapor **19**, generalmente horizontal, separa las dos fases (superficie libre del líquido en el depósito).

60 55 En un entorno en el que se ejerce una microgravedad (en ingravidez), la porción líquida está contenida en un material poroso y la porción gaseosa ocupa el resto del volumen del depósito; en este caso, también hay una interfaz de líquido-vapor **19**, pero no es plana.

65 60 La temperatura de esta superficie de separación **19** está vinculada de manera unívoca a la presión parcial **P1** de fluido de trabajo en la porción gaseosa, esta presión corresponde a la presión de saturación **Psat** del fluido a la temperatura **Tsat** prevalente en la superficie de separación **19**, como se observa en la figura 2, en la parte izquierda.

En la práctica, la temperatura de la porción líquida, de la porción gaseosa y de la envoltura del depósito son relativamente homogéneas; hay poco gradiente de temperatura en el interior del depósito. La temperatura del depósito, además, se aleja poco de la temperatura ambiente en la que se sitúa.

5 Según un aspecto ventajoso de la presente invención, el orificio de entrada/salida **31** se dispone al nivel de la porción líquida, de manera que la porción gaseosa nunca esté directamente comunicada con el circuito de comunicación líquida **5**. La configuración del vínculo capilar entre el depósito y la masa porosa puede ser como la descrita en la patente EP0832411.

10 Según un aspecto particular, concretamente, en los casos de utilización en microgravedad (caso concreto no representado en los dibujos) pero no exclusivamente, se puede prever una masa porosa **9** dispuesta en las inmediaciones del orificio de entrada/salida **31**, cuya función consiste en retener líquido y, en consecuencia, formar una barrera que impida que unos componentes de la fase gaseosa sean aspirados en dirección del circuito de comunicación líquida **5**.

15 En las aplicaciones terrestres se ejerce la gravedad, el orificio de entrada/salida **31** se dispone al nivel de un punto bajo del depósito. Cabe destacar, que puede haber varios puntos bajos en el depósito.

20 El volumen de la porción líquida **6** en el depósito puede variar entre un volumen mínimo ("**Vmin**"), representado en la figura 3A, que corresponde a un volumen total mínimo de líquido en la totalidad del circuito general y un volumen máximo ("**Vmax**"), representado en la figura 3B, que corresponde a un volumen total máximo de líquido en la totalidad del circuito general.

25 La diferencia entre **Vmax** y **Vmin** es al menos igual a la suma de 2 volúmenes que se denominan, respectivamente, volumen de dilatación **V0c** y volumen de purga **Vpurga** que representan, respectivamente, por una parte, la expansión térmica del líquido y, por otra parte, la evacuación del líquido expulsado por la presencia de vapor en el conducto de vapor **4** y de una parte del condensador **2** del lazo. Dicho de otra manera, cuando el lazo bifásico está en reposo desde un tiempo determinado, ya no hay vapor en el lazo y el líquido ocupa todo el volumen interior del lazo, lo que da un volumen pequeño de porción líquida en el depósito; a la inversa, cuando el flujo térmico es máximo (**Q=Qmax**), el primer circuito de comunicación **4** está totalmente ocupado por vapor, así como por una parte del circuito del condensador **2**, y por el hecho de que el líquido es empujado al interior del depósito donde ocupa un gran volumen. El volumen de la porción líquida también está influido por la temperatura ambiente, lo que lleva al volumen de dilatación **V0c**.

35 De manera más precisa, el volumen mínimo **Vmin** corresponde a una temperatura ambiente mínima y a un flujo térmico nulo (**Q=0**) en el evaporador; esta situación está representada en las figuras 5A-5B por los puntos **61**. Se destaca que, la presión que predomina en la porción gaseosa se debe esencialmente a la presencia del gas auxiliar **8** (presión **P2**) y no a la presión parcial **P1** del fluido de trabajo que es muy débil. La presión total que predomina en el depósito vale **Pres = P1 +P2**; es también sustancialmente la presión que predomina en todo el lazo bifásico restante.

40 Siempre sin adición de calorías sobre el evaporador (flujo térmico nulo, **Q=0**), pero con una temperatura ambiente máxima, se constate una dilatación de líquido que da un volumen de porción líquida denotado **V0c**, superior a **Vmin**.
45 Esta situación está representada en las figuras 5A-5B por los puntos **62**.

45 En las circunstancias donde la temperatura ambiente es máxima y el flujo térmico es también máximo **Q=Qmax**, se aumenta el volumen de la porción líquida con el volumen correspondiente a la purga **Vpurga**, lo que lleva al caso ilustrado en la figura 3B. Esta situación está representada en las figuras 5A-5B por los puntos **64**.

50 Se constata, por tanto, que, cuando la porción líquida **6** está en su volumen mínimo (**Vmin**) lo que corresponde a un volumen total mínimo de líquido en la totalidad del circuito general, la segunda presión **P2** es tal que permite obtener una presión total en el depósito superior o igual a una presión mínima de funcionamiento predetermineda requerida (ilustrada a 0,7 bar en la figura 5B de modo no limitativo, en efecto, este valor mínimo puede determinarse en función de la aplicación considerada).

55 También se puede constatar que, en un ejemplo ilustrativo, cuando la porción líquida **6** está en su volumen mínimo (**Vmin**), la segunda presión parcial **P2** (NCG) es superior a la primera presión parcial **P1**. Esta condición permanece verificada sobre la mayor parte del intervalo de temperatura ambiente a **Q=0** e incluso cuando **Q=Qmax** en la zona de temperaturas frías.

60 Se puede así constatar que cuando la porción líquida **6** está en su volumen mínimo (**Vmin**), la segunda presión parcial **P2** (NCG) puede ser varias veces, por ejemplo, 5 veces o 10 veces superior a la primera presión parcial **P1** (véanse los puntos **61**).

65 La presión mínima vinculada a la presencia del gas auxiliar no condensable en el depósito (0,7 bar, en el ejemplo de

la figura 5B) permite obtener una temperatura de saturación elevada en el segundo circuito de comunicación (50 °C en el ejemplo de la figura 5A), lo que permite obtener una densidad p mínima de la fase de vapor del fluido de trabajo y dado que la capacidad de transporte de calor del lazo es proporcional a la densidad de la fase de vapor ($Q=pVS$), en cuanto se produce el arranque en frío del lazo se puede obtener instantáneamente una capacidad de transporte de calor suficiente como para evitar una desactivación del evaporador y obtener y un buen rendimiento del lazo.

Para conservar un rendimiento de evacuación térmica satisfactoria en el caso térmico más limitado (temperatura ambiente máxima y flujo térmico máximo), ilustrado por los puntos 64, es necesario prever un volumen de la porción de gas 7 suficiente, por encima del volumen de la porción líquida **Vmax**.

Ventajosamente, se podría prever que el volumen total 30 del depósito esté comprendido entre 1,3 y 2,5 veces dicho volumen máximo **Vmax** de la porción líquida (caso del volumen total máximo de fase líquida). De este modo, la temperatura de saturación **Tsat**, para una temperatura ambiente de 50 °C y un flujo máximo **Qmax**, permanece inferior a 90 °C; esto permite seguir extrayendo calorías de la fuente caliente 11.

Con respecto a la elección del gas auxiliar no condensable 8, este gas debe permanecer en fase de vapor en todo el intervalo de funcionamiento del lazo y, concretamente, en las condiciones de presión y temperatura en el depósito, debe tener un punto de ebullición muy bajo; asimismo, su coeficiente de difusión en el interior de los líquidos y su coeficiente de Oswald deben ser también bajos para evitar que este gas auxiliar se infiltre al interior de la porción líquida 6 del depósito y en el resto del lazo.

Ventajosamente, se podrá elegir helio como gas auxiliar. El helio es químicamente neutro y su disponibilidad industrial es satisfactoria. Sin embargo, no se excluye el uso de otros gases como el nitrógeno, el argón o el neón.

La figura 4 ilustra un segundo modo de realización de tipo termosifón, en el que se coloca el condensador 2 por encima del evaporador 1 de manera que la gravedad conduzca naturalmente el líquido en dirección del evaporador; en estas condiciones, el papel del material poroso en el evaporador consiste en favorecer los intercambios térmicos y la vaporización en lugar de realizar la función de bombeo capilar propiamente dicha. Aparte de la fuente de movimiento de líquido y de la posición relativa de los elementos, que difieren, todo lo demás y, concretamente, el principio de funcionamiento es idéntico al primer modo descrito más arriba y, por lo tanto, no se repetirá.

Gracias a la presurización ejercida por la presencia del gas auxiliar 8, es posible prescindir de la presencia de un elemento calefactor para poner en condiciones el lazo bifásico antes del arranque térmico efectivo.

También cabe destacar, que tal lazo bifásico puede estar desprovisto de regulación activa, lo que supone una ventaja determinante en materia de fiabilidad.

Ventajosamente según la invención, el dispositivo está desprovisto de una bomba mecánica cualquiera, si bien la invención no excluye la presencia de una bomba mecánica de refuerzo.

Hay que destacar claramente que las proporciones de los elementos sobre los dibujos no son necesariamente representativas de las proporciones o dimensiones relativas de los diferentes elementos.

Los circuitos de comunicación fluida 4, 5 primero y segundo, preferentemente, son conductos tubulares, pero podría tratarse de otro tipo de conductos o de canales de comunicación fluida (conductos rectangulares, flexibles, etc.). Asimismo, el orificio de entrada/salida 31 podría presentarse como una entrada y una salida distintas.

Ventajosamente, el lazo bifásico puede estar equipado con una válvula antirretorno 18 situada a la entrada de cada evaporador para aumentar la potencia máxima de arranque. En efecto, la válvula antirretorno 18 impide el retorno del líquido en dirección inversa al sentido de circulación normal y así impide un desecamiento del evaporador en el arranque con una gran carga.

En una aplicación sometida a la gravedad, la válvula antirretorno puede estar formada por un elemento flotante solicitado por el empuje de flotación contra un asiento para cerrar el paso e impedir así el retorno de líquido.

Cabe destacar que, ventajosamente, según la invención, el sistema de fluido bifásico presentado en el presente documento es totalmente auto adaptativo, no precisa ninguna norma de control, ningún sensor. Lo que tiene como resultado un diseño particularmente simple, una fabricación particularmente simple, una ausencia de necesidades de mantenimiento y una fiabilidad incomparable.

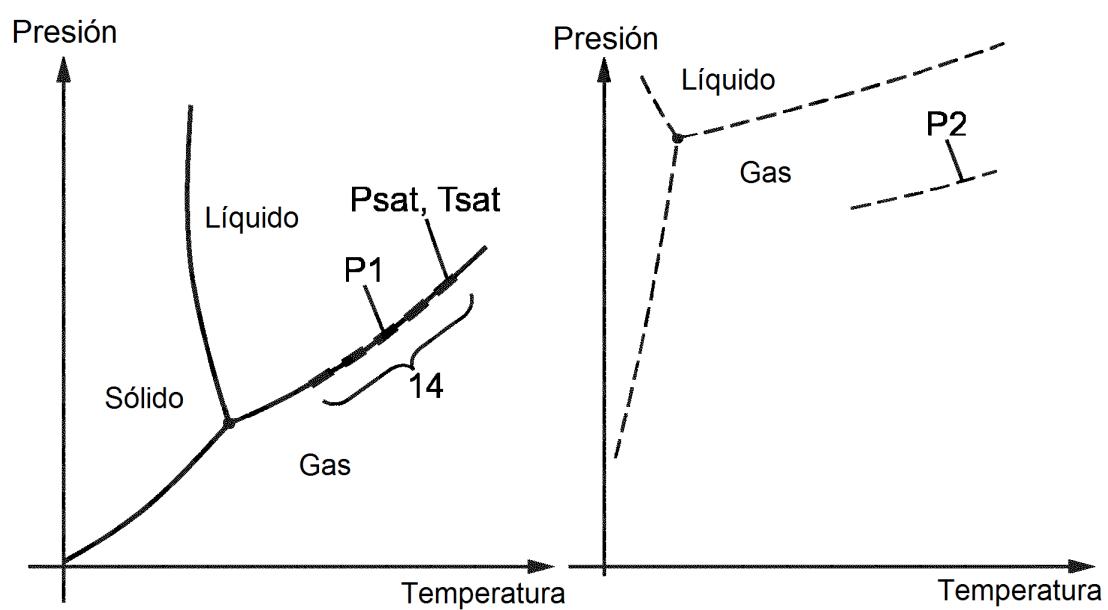
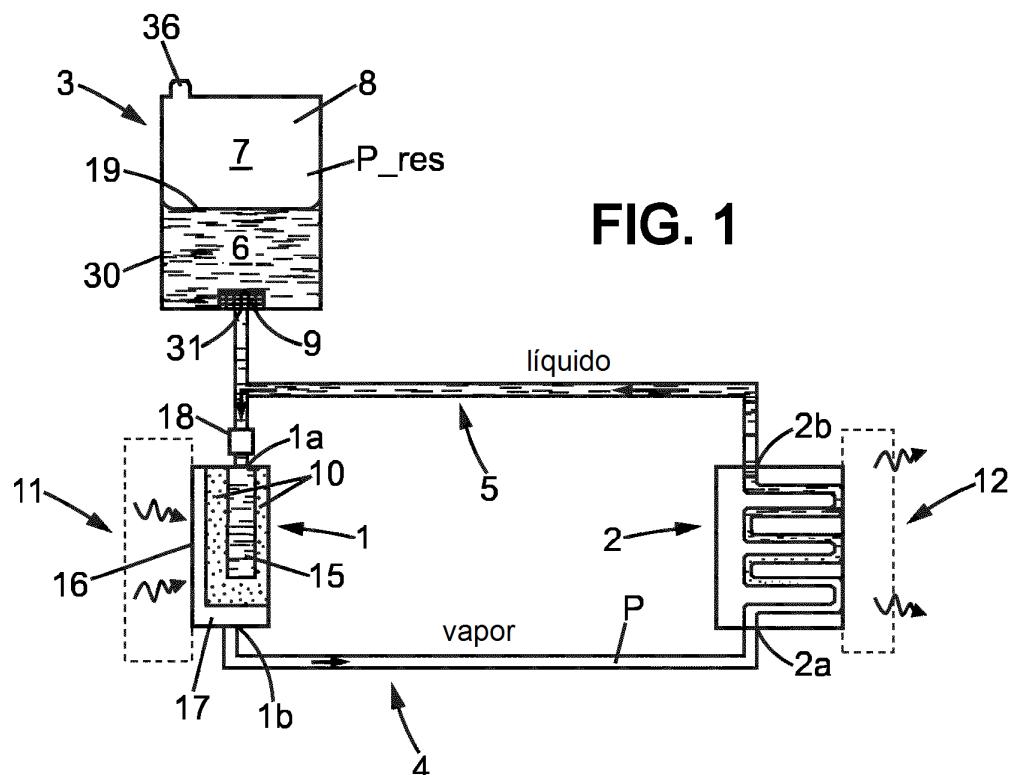
REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de transferencia térmica, desprovisto de regulación activa, sin sistema de control activo, adaptado para extraer calor desde una fuente caliente (11) y para restituir este calor a una fuente fría (12) por medio de un fluido de trabajo bifásico contenido en un circuito general cerrado, que comprende:

- 5 - al menos un evaporador (1), que tiene una entrada y una salida,
- al menos un condensador (2), distinto y a distancia del evaporador,
- 10 - un depósito (3) que tiene volumen interior (30), con una porción líquida (6) y una porción gaseosa (7) separadas por una interfaz líquido-vapor (19) y al menos un orificio de entrada/salida (31) dispuesto al nivel de la porción líquida, pudiendo variar el volumen de la porción líquida entre un volumen mínimo (Vmin) y un volumen máximo (Vmax),
- 15 - un primer circuito de comunicación (4), para un fluido de trabajo esencialmente en fase de vapor, que conecta la salida del evaporador con una entrada del condensador,
- un segundo circuito de comunicación (5), para un fluido de trabajo esencialmente en fase líquida, que conecta una salida del condensador al depósito y a la entrada del evaporador,

20 **caracterizado por que** la porción gaseosa (7) del depósito comprende la fase de vapor del fluido de trabajo con una primera presión parcial (P1) y un gas auxiliar no condensable (8) con una segunda presión parcial (P2), estando esta última predeterminada para poder obtener una presión total (Pres) superior o igual a una presión mínima de funcionamiento predeterminado requerida cuando la porción líquida en la totalidad del circuito general cerrado está a un volumen total mínimo.

- 25 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el gas auxiliar no condensable es helio.
- 30 3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el fluido de trabajo es metanol.
- 35 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el volumen total (30) del depósito está comprendido entre 1,3 y 2,5 veces el volumen máximo (Vmax) de la porción líquida.
- 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, principalmente sometido a la gravedad terrestre, en el que el orificio de entrada se dispone al nivel de un punto bajo del depósito.
- 35 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, principalmente sometido a una microgravedad, en el que el depósito comprende una masa porosa (9) dispuesta al menos en las inmediaciones del orificio de entrada.
- 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el evaporador comprende una masa microporosa (10) adaptada para garantizar un bombeo capilar de fluido en fase líquida.
- 40 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, principalmente sometido a la gravedad, en el que el evaporador está colocado por debajo del condensador y del depósito, de manera que se utilice la gravedad para desplazar el líquido hacia el evaporador.
- 45 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que se dispone una válvula antirretorno (18) en la entrada del evaporador (1).
- 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la segunda presión parcial (P2) es al menos varias veces superior a la primera presión parcial (P1) cuando la porción líquida está en su volumen mínimo (Vmin).



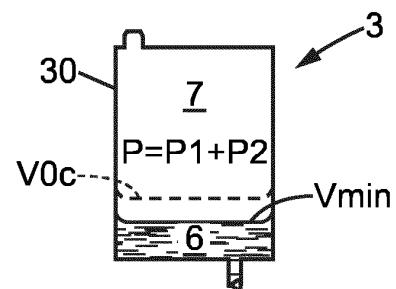


FIG. 3A

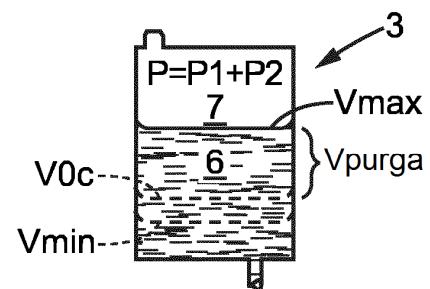


FIG. 3B

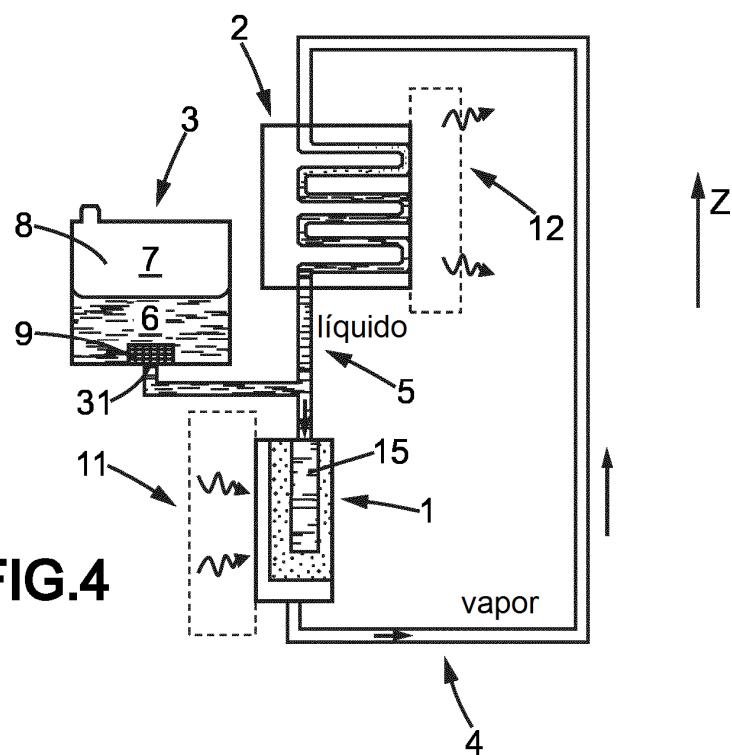
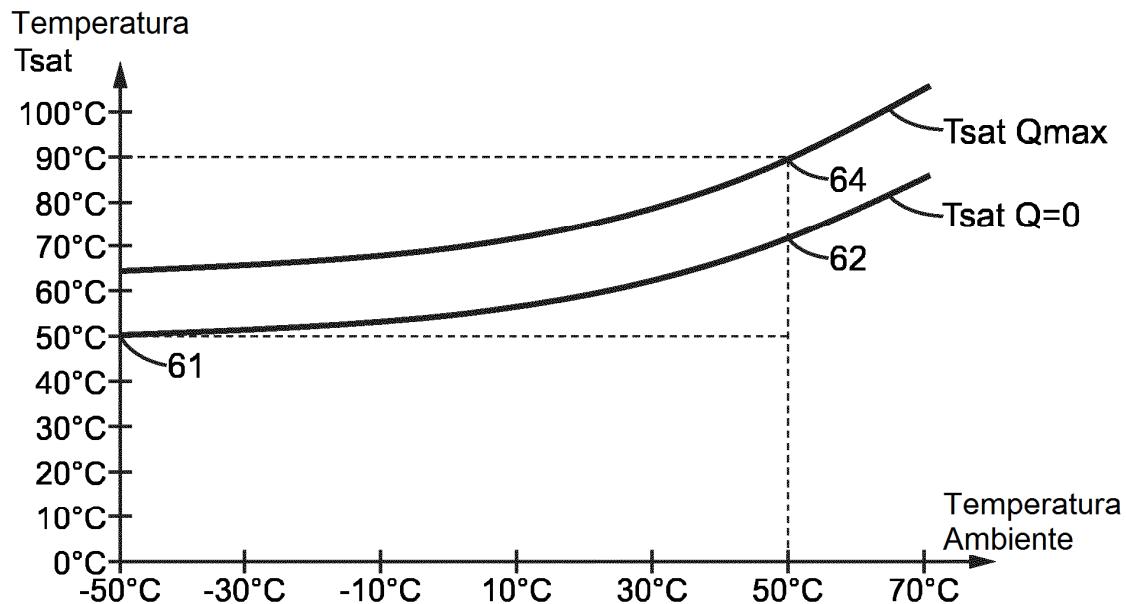
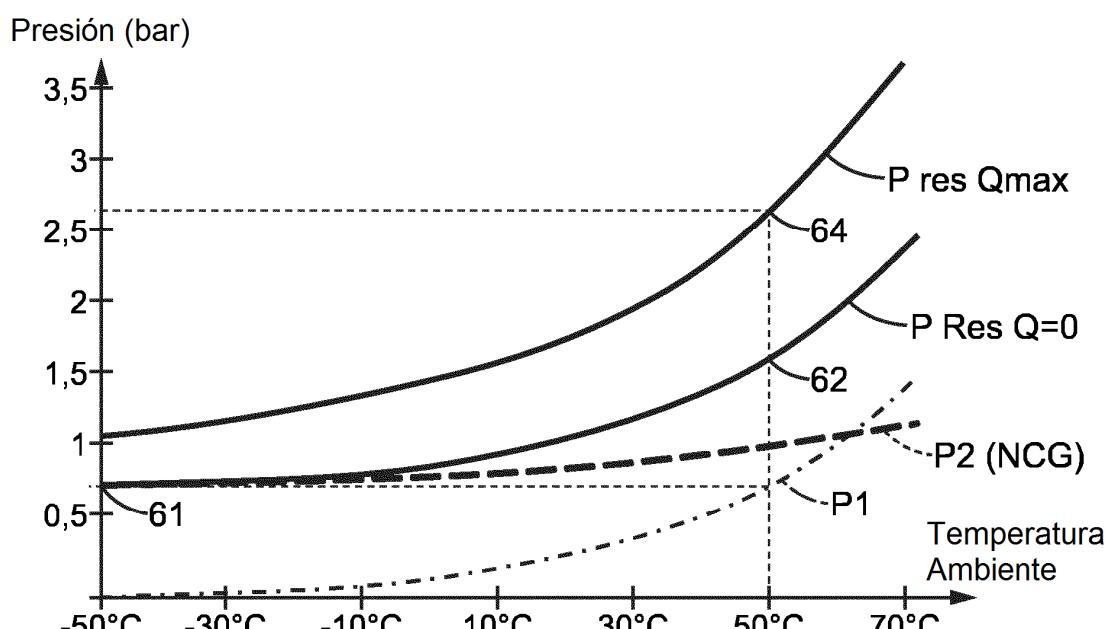


FIG. 4

**FIG.5A****FIG.5B**